UNIVERSITÉ DE STRASBOURG - FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE 1931-1932 No 82

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MALADIES PARASITAIRES DE LA BETTERAVE A SUCRE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le Juillet 1932
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(Mention PHARMACIE)

par

ROLLAND BLAISE
Pharmacien

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. A. SARTORY, *PROFESSEUR, PRÉSIDENT*
JADIN ,, } *JUGES*
VOLMAR ,,

— 1932 —
IMP. A. DURANT
204, Rue Solférino, 204
LILLE

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG - FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE 1931-1932 N° 82

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MALADIES PARASITAIRES DE LA BETTERAVE A SUCRE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le Juillet 1932
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(Mention PHARMACIE)

par

ROLLAND BLAISE
Pharmacien

EXAMINATEURS DE LA THÈSE :

MM. A. SARTORY, *PROFESSEUR, PRÉSIDENT*
JADIN ,, } *JUGES*
VOLMAR ,,

— 1932 —
IMP. A. DURANT
204, Rue Solférino, 204
LILLE

UNIVERSITÉ DE STRABOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. JADIN, *Doyen*, O ✻, I ⁂, ❀
A. SARTORY, *Assesseur*, C. ✻, I ⁂, C ❀
CUVIER, *Secrétaire*.

PROFESSEURS

MM. JADIN, O. ✻, I ⁂, ❀	Pharmacie chimique.
A. SARTORY, C.✻, I⁂, C❀	Bactériologie.
LAVIALLE, I ⁂, ❀	Botanique.
LABORDE, ✻, I ⁂	Chimie organique.
VOLMAR, I ⁂	Analyse chimique.
LOBSTEIN, ✻, ❀, I ⁂	Matière médicale.
GUILLAUME, ✻, ❀, ⁂ ..	Pharmacie galénique.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. BRÆMER, ✻, I ⁂, O ❀

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM. LABORDE, ✻, I ⁂	Chimie biologique.
GUILLAUME, ✻, ❀, ⁂ ...	Zoologie.
VOLMAR, I ⁂	Chimie minérale.
LOBSTEIN, ✻, ❀, I ⁂	Hydrologie et Hygiène.
BRÆMER, ✻, I ⁂, O ❀ ..	Législation et Déontologie.
LAPP, A. ⁂	Physique.
COLLARD, I ⁂, ❀	Toxicologie.
R. SARTORY, ❀	Cryptogamie.

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM. LAPP, A. ⁂	Chimie pharmaceutique.
COLLARD, I ⁂, ❀	Chimie et Physique.
BOHN, ⁂	Histoire naturelle.
R. SARTORY, ❀	Bactériologie et Parasitologie.

R.UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

En témoignage de ma plus grande affection.

A MA CHÈRE ÉPOUSE

Témoignage de reconnaissance pour son intelligente collaboration de tous les instants.

A MONSIEUR A. SARTORY

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE PHARMACIE
DE STRASBOURG
COMMANDEUR DE LA LÉGION D'HONNEUR
PRÉSIDENT DU JURY DE MA THÈSE

A MES JUGES :

MONSIEUR JADIN

DOYEN DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE
DE STRASBOURG
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MONSIEUR VOLMAR

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE PHARMACIE
DE STRASBOURG

Hommage de profonde gratitude.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548008_0021

INTRODUCTION

Étude sommaire du développement de la pathologie végétale

La phytopathologie est une science qui a pour but la recherche des causes et des symptômes relatifs aux maladies des plantes.

Ces affections connues de tout temps n'ont été étudiées que depuis une époque relativement récente.

Les textes anciens nous apportent le témoignage que ces phénomènes pathologiques retenaient déjà autrefois l'attention des observateurs.

Les connaissances des Hébreux sur ce sujet nous sont transmises par la Bible, qui fait allusion à plusieurs reprises au mildiou et à la rouille.

Les philosophes grecs comptaient un certain nombre de botanistes et dans leurs œuvres nous trouvons des renseignements détaillés sur les affections des végétaux.

Aristote (384 à 322 A. C.) et Theophraste (371-286 A. C.) sont les plus renommés de ces chercheurs. Ils expliquent les différentes maladies observées par les facteurs environnants tels que le sol, le climat, les conditions atmosphériques.

Quant aux auteurs romains, ils attribuent ces manifestations morbides aux dieux, à l'influence des étoiles et des planètes. Il est évident que la plupart des remèdes proposés n'ont aucune valeur, puisque la superstition leur sert de base.

Pline (23-79) est le plus connu de ces naturalistes, car son Histoire Naturelle forme une encyclopédie précieuse de la science dans l'antiquité. Il faut toutefois signaler quelques ouvrages de botanique antérieurs à ceux de Pline : le « *De re rustica* » de Caton l'Ancien (237-142 A. C.), le « *De re rustica* » de Varron (116-27 A. C.) et « *De arboribus* » de Columelle.

Les sciences naturelles n'échappent pas à la décadence intellectuelle du Moyen-Age et ce n'est qu'au XVII^e^ siècle que paraissent quelques traités de botanique intéressants, où persiste cependant l'influence des philosophes anciens. Heinrich Hesze dans un ouvrage intitulé « *Neue Gartenlust* » mentionne la rouille des arbres. Il en donne comme origine une trop grande humidité ou, pour les arbres transplantés, le changement des conditions de vie dans leur nouvel habitat.

A la même époque, Jean de La Quintinie publie en France son « *Parfait Jardinier* ». Il signale un cancer de l'arbre « *sorte de galle ou pourriture seiche* » se formant sur l'écorce et dans le bois.

Au cours du XVIII^e^ siècle les naturalistes cherchent à organiser leurs connaissances sur les

affections des plantes c'est-à-dire à les classer et à les définir exactement ; mais leurs opinions sont assez diverses.

Tournefort, en 1705, dans ses « *Observations sur les maladies des plantes* » divise celles-ci en deux catégories, suivant que leurs causes sont internes ou externes. Parmi les premières il cite :

1° *La trop grande abondance de suc nourricier.*
2° *Le défaut ou manque de ce suc.*
3° *Quelques mauvaises qualités qu'il peut acquérir.*
4° *Sa distribution inégale dans les différentes parties des plantes.*

Il range dans les secondes :

1° *La grêle.*
2° *La gelée.*
3° *La moisissure.*
4° *Les plantes qui naissent sur d'autres plantes.*
5° *Différentes tailles ou incisions que l'on fait aux plantes.*
6° *La piqûre des insectes.*

Nous retrouvons les vues de Tournefort dans les systèmes actuels et il est intéressant de noter qu'il est le premier à signaler le parasitisme.

Adanson en 1763 reprend cette classification et grâce au microscope il peut approfondir l'origine parasitaire de certaines maladies. Il cite

entre autres : « *le givre ou jivre* » (Erysiphe Fabricii) ; « *la rouille* » (Rubigo), « *le charbon* » (Ustilago), « *la pourriture* » (Caries Fabricii).

Fabricius fait connaître le résultat de ses observations personnelles en 1774 ; il groupe les affections d'après leurs causes comme Tournefort et Adanson.

Dans la même année, Zallinger établit un classement d'après les symptômes :

1° *Phlegmasiae* ou maladies infectieuses.

2° *Paralyses seu debilitates* ou maladies débilitantes.

3° *Cachexiae* ou mauvaise constitution.

Le grand intérêt de ces travaux a été de susciter de nouvelles recherches qui aboutirent à la détermination de l'origine exacte de nombreuses maladies.

La phytopathologie prit alors une place importante dans les sciences naturelles. Après avoir reconnu les causes des affections dont souffrent les végétaux, on chercha à les guérir ou à les éviter.

Dans cette lutte contre les ennemis de nos cultures, la multiplicité des races et des espèces nuisibles rend nos efforts très difficiles et les succès très aléatoires. Parmi tous les parasites, les plus petits, les plus insignifiants en apparence causent les plus graves dommages : champignons à filaments presque imperceptibles, insectes

minuscules à grande prolificité, virus pathogènes traversant les filtres les plus perfectionnés.

Aucune espèce végétale n'est exempte de ces invasions dont nous cherchons à limiter le champ d'action et à détruire l'effet.

Depuis ces dernières années, la pathologie végétale a enregistré de réels progrès. De nombreux laboratoires et des stations de phytopathologie ont été créés tant en France qu'à l'étranger et les pouvoirs publics se sont rendus compte de l'impérieuse nécessité d'enrayer ou de prévenir ces redoutables fléaux qui envahissent nos cultures.

Il nous a paru intéressant et utile de réunir dans un travail d'ensemble les différentes maladies de la betterave à sucre. Jusqu'ici les observations ont été publiées par leurs auteurs sous forme de notes dans diverses revues scientifiques et leur recherche en est laborieuse.

Le travail que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui devant la Faculté de Pharmacie de Strasbourg a pour but de coordonner la littérature essentielle concernant les maladies de la betterave, d'en faire une monographie destinée à faciliter les recherches dans ce domaine.

L'idée de cette thèse nous a été suggérée par M. le Professeur A. Sartory. Que notre cher Maître veuille bien nous permettre de lui dire ici toute notre reconnaissance pour avoir accepté de

prendre ce modeste travail sous sa haute autorité. Nous le prions d'agréer nos vifs remerciements et l'assurance de notre respectueux dévouement.

Nous exprimons nos remerciements très chaleureux à M. le Professeur JADIN, Doyen de la Faculté, dont les générations d'étudiants conservent le plus respectueux souvenir pour la sollicitude qu'il n'a cessé de leur témoigner, d'avoir bien voulu faire partie de notre Jury de thèse.

Nous prions M. le Professeur VOLMAR de croire à toute notre gratitude pour la maîtrise avec laquelle il nous a guidé pendant notre séjour à la Faculté.

Nous tenons à remercier M. le Professeur FOEX, Directeur de la Station de Pathologie Végétale de Paris pour l'hospitalité et les conseils qu'il a bien voulu nous donner à la bibliothèque de son Laboratoire et M. SCHERDLIN, Conservateur du Musée Zoologique de Strasbourg, pour les directives qu'il nous a suggérées.

Que nos bons amis MM. René SARTORY chargé de cours, et Jacques MEYER, assistant au Laboratoire de Bactériologie soient vivement remerciés pour l'aimable contribution apportée à ce travail.

Chapitre I

Historique de la Betterave

La betterave à sucre, Beta cicla ou Beta vulgaris appartient à la famille des Chénopodiacées.

Elle croit spontanément dans les pays méridionaux de l'Europe; à l'état sauvage elle est annuelle, à l'état cultivé elle devient bisannuelle.

Dans la première année elle constitue son pivot charnu et accumule des matières de réserve; dans la seconde elle émet d'abord une couronne de feuilles autour du collet, puis toute une série de tiges florifères.

La betterave sauvage se rencontre surtout sur les côtes, dans les fentes des falaises et dans les limons argileux. Ses racines sont longues, peu charnues, assez sucrées.

Comme plante potagère, la betterave était connue des Grecs et des Romains. Dans Theophraste elle est dénommée « *Teutlion* » ; les Romains l'appelaient « *Beta* ». De Heldreich donne aussi comme nom grec « *Selvkle* » ou

« *Sfekelie* » qui ressemble au nom arabe « *Selg* » (Die Nutzpflanzen Griescheslandes, p. 22).

C'est seulement au XVI[e] siècle que la betterave a été importée d'Italie en France et cultivée d'abord dans la région méditerranéenne. Elle valut même une certaine célébrité à la ville de Castelnaudary, car en 1605, OLIVIER DE SERRES cite les racines de cette plante pour leurs propriétés sucrées.

DE CANDOLLE mentionne « qu'elle était tantôt « cultivée pour ses racines charnues (*betterave*) « et tantôt pour ses feuilles employées comme « légumes (*bette-poirée*) mais les botanistes s'ac- « cordent généralement à ne pas distinguer deux « espèces.

« On sait par d'autres exemples que des plan- « tes à racines minces dans la nature prennent « facilement des racines charnues par un effet du « sol ou de la culture.

« La forme appelée bette, à racines maigres, « est sauvage dans les terrains sablonneux, sur- « tout au bord de la mer, aux îles Canaries et « dans toute la région de la Mer Méditerranée « jusqu'à la Mer Caspienne, la Perse et Baby- « lone ; peut-être même dans l'Inde Occidentale « d'après un échantillon rapporté par Jacque- « mont, sans que la qualité spontanée en soit cer- « tifiée.

« La flore de l'Inde de Roxburgh et celle, plus « récente du Punjab et du Sindh par AITCHISON « ne mentionne la plante que comme cultivée.

« Elle n'a pas de nom sanscrit, d'où l'on peut « inférer que les Aryens ne l'avaient pas appor- « tée de l'Asie tempérée occidentale où elle « existe...

« Les anciens Grecs faisaient usage des feuil- « les et des racines.

« Tout indique une culture ne datant pas plus « de quatre à six siècles avant l'ère chrétienne. »

Il existe un très grand nombre d'espèces de betteraves sauvages. L'Index Kewensis énumère 19 noms d'espèces linnéennes et 30 autres comme synonymes. Nous rappellerons seulement leurs « noms et leurs synonymes :

Beta atriplicifolia Rouy
» **bourgaei Coss.**
» **campanulata Coss.**
» **carnulosa Gren.**
» **chilensis Hort.**
» **diffusa Cross.**
(syn. Beta procumbens Lange)
» **hybrida Andrz.**
» **intermedia Bunge.**
» **lomatogona Fisch**
(syn. Beta longispicata Mog.).
» **macrorhiza Stev.**
» **nana Boiss.**
» **patellaris Mog.**
» **patula Soland.**
» **procumbens Chr. Sm.**
(syn. Beta hastata Desf. ; Beta sylvestris Hort.).
(syn. Beta ciclo Georgi ; Beta cycla

» **rubra Delile.**

» **rubra Noronha.**

» **trygyna Waldst.**
(syn. Beta cicla Georgi; Beta cycla Pall).

» **vulgaris Linné.**
(syn. Beta alba D. C.; B. bengalensis Roxb. ; B altissima Hort. ; B. cicla Linné ; B. crispa Tratt.; B. decumbens Moench.; B. esculenta Salisb.; B. foliosa Ehrenb. ; B. nortensis Mill. ; B. incarnata Hort ; B. macrocarpa Guss. ; B. marina Crontz ; B. maritima Linné ; B. orientalis Roth ; B. purpurea Hort ; B. rapa Dum ; B. rapacea Hegetschw ; B. rosea Hort. ; B. sativa Bernh. ; B. striata Koch ; B. sulcata Gasp. ; B. triflora Salisb.).

» **webbiana Mog.**
(syn. B. pumila Link.).

En ce qui concerne les betteraves sauvages, certaines ont un caractère annuel, bisannuel ou vivace.

Beta trygyna vit plusieurs années. Les *Beta vulgaris Linné* présentent toujours sur les bords de la Méditerrannée quelques plantes montant à graines la première année et disparaissant dans l'espace d'une année solaire.

Sur les bords de la Manche, il n'y a pas de betteraves annuelles. Le climat plus froid ne se

prête pas à l'évolution végétative complète de la plante dans l'espace d'un an.

En général, la betterave forme la première année une rosette de feuilles et monte à graines au courant de la seconde. Il en existe cependant un nombre considérable de vivaces.

L'homme a utilisé les types bisannuels de betteraves sauvages à grosses racines et les a perfectionnés en vue de la culture. Mais, malgré des variétés culturales assez bien fixées, il arrive encore trop souvent qu'une proportion considérable de betteraves cultivées monte subitement à graines dès la première année. Le fait se remarque surtout avec des graines récoltées dans une province méridionale et ensemencées dans le Nord de la France. On a observé une proportion de 5 à 10 % et quelquefois 25 % de betteraves montées.

Il arrive que les terrains fertiles à fumure organique et minérale complète, font monter jusqu'à 55 % des betteraves.

Dans les milieux agricoles, il est universellement acquis que l'arrêt de la végétation par des phénomènes météoriques, pluie froide, neige, gelée, sécheresse, peut amener la montée à graines, d'une proportion plus ou moins considérable de betteraves, même dans la race la mieux fixée.

Selon Gibault, les betteraves fourragères et potagères ont la même origine que les sucrières. Ceci est possible, mais il faudrait refaire la très

longue et très difficile expérience, qui consisterait à obtenir ces formes sans hybridation suspecte, par la culture et le croisement répété des différentes betteraves sauvages.

En 1775, la betterave sucrière de Prusse et de Silésie a été introduite en France par Philippe Victoire de Vilmorin.

En 1786, Achard organisait son champ d'expériences à Clausdorf près de Berlin et en 1802 la première fabrique de sucre fonctionnait à Cunern, en Silésie.

Mathieu de Dombasle a créé peu après Achard la première sucrerie française.

La variété d'Achard était connue sous le nom de *betterave blanche de Silésie*. C'était une betterave moyenne à petites feuilles, à racine conique, bien blanche, avec un collet très légèrement hors de terre, un feuillage très léger. C'est elle qui a servi de point de départ à tous ceux qui, en Allemagne comme en France, jusque vers 1880 se sont occupés de la recherche des betteraves très riches. C'est en partant de cette race que Louis de Vilmorin a obtenu la variété qui porte son nom.

Depuis Achard jusqu'à Louis de Vilmorin, la betterave a été améliorée assez sensiblement au point de vue forme, grosseur et richesse.

On pratiquait la sélection morphologique, complétée chez certains sélectionneurs par celle des bains salés de différentes densités (procédé de

Schuzenbach). Les betteraves qui tombaient au fond du bain salé le plus concentré étant les plus denses, étaient choisies pour donner naissance à des familles de betteraves de richesse supérieure à la moyenne.

Certains auteurs ont trouvé une corrélation entre la forme de feuillage et la richesse en sucre; les plus sucrées auraient les feuilles moins amples, la racine très allongée et complètement enterrée.

La betterave améliorée de Louis de Vilmorin obtenue en 1850 grâce à des choix individuels dans des sélections faites sur la betterave de Silésie constitue un progrès décisif: la betterave a été enrichie de plusieurs degrès saccharimétriques en deux ou trois générations.

Avec les premières betteraves d'Achard, betteraves de Silésie, on avait recours à la sélection morphologique. Philippe André de Vilmorin la pratiqua dès 1820. Puis vinrent, de 1837 à 1859 les expériences de son fils Louis qui le premier employa une méthode de dosage densimétrique. Par la suite il remplaça cette dernière par un procédé de dosage saccharimétrique.

Dans la première période, de 1838 à 1868, avec la sélection morphologique, la richesse saccharine moyenne a progressé de 8,8 % à 10,1 %. En 1888, elle atteint 13,7 % ; en 1912 grâce à différentes méthodes de sélection : densité des frag-

ments de racines, densité du jus, polarimétrie, saccharimétrie, elle est passée à 18,5 %.

Saillard, analysant les systèmes français de sélections en 1922, indique l'avance prise par Louis de Vilmorin qui fut le premier à employer la méthode de sélection individuelle et à se servir du saccharimètre pour le dosage du sucre de betterave.

Le but final de toute sélection doit être l'obtention d'une betterave grosse, pivotante, facile à arracher et d'une grande richesse saccharine.

En comparant les documents relatifs aux variétés de betteraves qui existaient il y a un siècle, avec nos documents modernes, on peut constater qu'il y a un très réel progrès au point de vue de la teneur en sucre.

Dans les dernières années, si l'amélioration a été moins sensible, du moins l'écart de richesse entre les betteraves moyennes et cultivées pour la sucrerie et les betteraves « *tête de famille* » s'est beaucoup atténué. Cela tient à ce que, d'une part, les lignées riches ont été isolées et suivies, d'autre part à ce que les types de richesse inférieure ont été éliminés.

Des progrès sont sans doute encore possibles, mais il semble difficile qu'ils soient du même ordre de grandeur que ceux qui ont été réalisés le siècle dernier, tout au moins pour la betterave sucrière.

Munerati déclare que même dans les meilleurs

établissements de sélection, il n'y a plus guère d'amélioration appréciable de la betterave à sucre durant les dernières années.

A titre documentaire, nous avons puisé dans le « Supplément à la circulaire hebdomadaire du Comité Central des Fabricants de sucre de France N° 2203 » du 14 Juin 1931, les résultats des essais de 1930, pour huit champs d'expérience et quatorze variétés de betteraves sucrières.

Classement par ordre décroissant de richesse saccharine des Racines :

1°	Legland R.	18,21 %
2°	Hilleshog	18 %
3°	Kuhn	17,94 %
4°	Desprez	17,90 %
5°	Zapotil	17,60 %
6°	Mannes Deutsch B. A. ..	17,58 %
7°	Dippe W. I.	17,56 %
8°	Martin	17,55 %
9°	Lepeuple	17,50 %
10°	Rabbetghe et Giesecke N.	17,44 %
11°	Sebline	17,34 %
12°	Vilmorin B.	17,29 %
13°	Mennesson B.	17,11 %
14°	Buszcynski	17,07 %

Un bon nombre de variétés se suivent de près, soit par leur richesse en sucre, soit pour leur pourcentage de sucre à l'hectare; et les différences de l'une à l'autre sont très faibles.

Si l'on tient compte du degré d'approximation des essais, on peut dire que les mêmes variétés sont équivalentes en pratique.

Saillard arrive à cette conclusion générale que les variétés livrées par les bonnes maisons de sélection donnent des rendements comparables, si les conditions de culture sont également favorables et si la récolte et la préparation des graines (nettoyage, séchage, etc.), sont effectuées avec les mêmes soins.

La détermination de la richesse saccharine de ces betteraves est effectuée au Laboratoire du Syndicat des Fabricants de sucre de France par la *méthode de double digestion aqueuse à chaud* Degener-Saillard.

Technique opératoire :

Peser 32 grammes 52 de râpure ou de hâchure bien mélangées dans une main en nickel; les introduire avec un agitateur et un entonnoir à large col dans un ballon de digestion (qui est jaugé à 200-201 cc.). Rincer l'agitateur, la capsule, l'entonnoir et le col du ballon avec un filet d'eau à 85°-90°. Ajouter 7 à 8 cc. de sous-acétate de plomb à 28°-30° B. Amener le contenu du ballon à 160-170 cc. avec de l'eau froide ou mieux, avec de l'eau chaude à 90°. Bien mélanger. Placer le ballon dans un bain d'eau à 90°-95° dont le niveau d'eau dépasse de 1 °/m le trait de jauge du

ballon, une fois que celui-ci est plongé dans le bain. Après 10 minutes à 1/4 d'heure, agiter plusieurs fois et assez longtemps le ballon en tournant pour favoriser le départ des bulles d'air et abattre la mousse par quelques gouttes d'éther. L'influence de l'air est plus facile à rendre inoffensive si on transvase la râpure et amène le volume à 160-170 cc. avec de l'eau chaude à 90° (c'est la première digestion).

Remplir le ballon avec de l'eau presque bouillante jusqu'au trait de jauge et même un peu au-dessus et le laisser dans le bain pendant 20 minutes ou 1/2 heure. Retirer le ballon du bain chaud et le refroidir dans un courant d'eau ; abattre de nouveau la mousse avec quelques gouttes d'éther si besoin est — compléter à 201 cc. avec de l'eau. Agiter plusieurs fois le ballon en le retournant. Filtrer, jeter les premières portions de filtrat. Ajouter quelques gouttes d'acide acétique dans le filtrat. Polariser. Le chiffre lu, représente la richesse pour cent en polarisation.

Les méthodes par digestion aqueuse si elles sont bien pratiquées donnent un résultat qui peut être erronné de 0,1 à 0,4 %, à cause des substances rotatoires autres que le sucre que contient la betterave et qui ne sont pas précipitées par le sous-acétate de plomb.

On n'a pas encore démontré non plus que les méthodes à l'alcool sont très justes.

Seule la méthode par inversion diastasique de

Saillard donne les résultats les plus exacts.

Elle peut être employée avec toutes les betteraves, même avec celles qui ont subi le gel et le dégel, mais elle est plus longue et plus délicate. Elle n'est à recommander que pour certaines études spéciales.

Méthode de dosage du sucre par Inversion diastique (Saillard)

1° *Préparation du jus de digestion aqueuse à froid.*

On introduit 16 gr. 26 de râpure fine dans un ballon jaugé à 100 cc. 5. On amène le contenu du ballon petit à petit et sous fréquentes agitations à 100 cc. 5 avec de l'eau, mais sans défécant. On filtre sur coton. On sulfite le filtrat avec de l'anhydride sulfureux. On neutralise avec CO^3 Ca pur sec, en poudre. Après addition d'un peu de Kieselguhr on filtre à nouveau. Sur le filtrat on opère l'inversion diastasique à 50-55°. On détermine la polarisation des sucres réducteurs avant et après inversion. On établit le sucre Clerget d'inversion diastique avec la formule de Clerget et le coefficient d'inversion se rapportant à ce mode opératoire.

2° *Détermination du coefficient d'inversion.*

On prend une solution sucrée pure de même teneur en saccharose que le jus de digestion aqueuse à froid. Soit A, la polarisation. On en fait

l'inversion diastasique et on établit la polarisation après inversion. Soit B.

$$\text{On a : } A = \frac{100\ (A+B)}{x - \frac{1}{2}\,t.}$$

$$\text{d'où } x = \frac{100\ (A+B) + \frac{At}{2}}{A}$$

On peut obtenir la teneur en saccharose en tablant sur la teneur en sucres réducteurs avant et après l'inversion.

Liqueur active d'invertine. — On fait macérer pendant 24 heures, 5 grs de levure dans 100 cc. d'eau à laquelle on ajoute quelques gouttes de chloroforme, on filtre en présence d'un peu de Kieselguhr. Avec 10 cc. de ce filtrat et 75 cc. de solution sucrée, l'inversion exige 5 heures à la température de 50-55°.

Chapitre II

Considérations générales sur l'importance de la culture de la betterave

La part importante prise par la culture betteravière depuis le début du XIX[e] siècle permet difficilement de croire que la découverte des propriétés sucrées de sa racine, par Olivier de Serres date de 1605.

En Allemagne, Margraff relevant la remarque d'Olivier de Serres arrive en 1747, à extraire plus de 6 % de sucre d'une racine de betterave. Quarante années après cet essai, Achard installe à Steinau en Basse-Silésie, la première sucrerie.

Cet exemple est bientôt suivi en France. Benjamin Delessert reprend et perfectionne les essais d'Achard et monte à Passy en 1801 une usine où est pratiquée pour la première fois la fabrication du sucre de betterave, dans des con-

ditions exceptionnelles de rendement et de prix.

En 1806, le blocus continental empêche l'entrée du sucre de canne dans nos ports. Poussé par la nécessité de faire face à la pénurie de matières sucrées, NAPOLÉON, sur les conseils de CHAPTAL seconde les efforts des particuliers, en établissant une sucrerie impériale à Rambouillet, en attachant de nombreux élèves aux 5 grandes fabriques alors en activité et en provoquant dans toute la France la création de sucreries indigènes.

L'industrie naissante prend bientôt un essor remarquable : en 1824, en France, on compte plus de 20 fabriques dont la production annuelle dépasse 3 millions de kgs de sucre. Un moment compromise à la suite de la levée du blocus en 1815, la sucrerie indigène ne tarde pas à reprendre sa marche en avant et en 1835, la fabrication du sucre atteint 30 millions de kilogrammes.

Le rétrécissement du marché métropolitain pour le sucre de canne émut les planteurs coloniaux et en 1843, le gouvernement, cédant à leurs plaintes réitérées, eût l'idée d'entraver la culture de la betterave en créant de fortes taxes. Le but des planteurs de cannes ne fut pas atteint car les fabricants de sucre de betterave réagirent en réalisant de grandes économies dans la fabrication et ils assurèrent ainsi le triomphe définitif de la betterave : la production qui, jusqu'en 1846 était restée inférieure à 35.000 tonnes de sucre raffiné, monte cette année là à 46.000 tonnes.

On s'attacha également à produire des racines plus riches en sucre; nous verrons plus loin par quels procédés.

En 1852, la production totale du sucre de betterave était de 202.000 tonnes. En 1870, elle passe à 300.000 tonnes; la culture de la betterave prend une importance énorme dans la vie économique de la France.

Méline en 1884, l'estimait en ces termes au Parlement : « Que représente la betterave dans « la richesse de la France? 245 millions de « francs. La grande industrie de la houille ne « représente que 241 ; le fer et la tôle : 222. L'in- « dustrie sucrière occupe 65.000 ouvriers d'usine; « 110.000 ouvriers de culture, en tout 175.000 « personnes. Les 100.000 bœufs qu'elle utilise produisent 30 millions de kgs de viande et la « fumure pour 100.000 hectares de terre. » Ces chiffres avaient leur éloquence à l'époque.

Cette prospérité ne fut malheureusement pas de longue durée. La concurrence qui jusqu'en 1860 avait été circonscrite en France, entre les sucres coloniaux et les sucres indigènes s'étendit bientôt aux sucres étrangers de provenance européenne.

Il nous a semblé intéressant de retracer brièvement les différentes étapes de la lutte qu'eut à entreprendre notre industrie sucrière pour ne pas succomber devant la concurrence étrangère, pen-

dant la période critique qui s'étend de 1876 à 1884. Tandis qu'en France, l'impôt continuait à être perçu sur le sucre du commerce et qu'aucune partie des grosses sommes encaissées par le Trésor n'était attribuée aux producteurs de la matière importée, en Allemagne, le fisc permettait aux fabricants d'en garder une partie et d'intéresser ainsi les cultivateurs à fournir des betteraves riches, en les payant d'autant plus cher qu'elles renfermaient plus de sucre.

Il est évident, que les fabricants français auraient eu grand avantage à ne travailler que des betteraves riches à 15 ou 16 % de sucre, comme en Allemagne; mais les agriculteurs se refusaient à les cultiver, car au lieu de recueillir 40 à 50 tonnes de racines à l'hectare, ils n'en auraient plus obtenu que 25 à 30 tonnes, qui au prix de 20 francs la tonne ne pouvaient suffire à payer leurs frais de culture.

Il en résultait des rivalités d'intérêt entre les cultivateurs et les fabricants ; rivalités qui exerçaient la plus néfaste influence sur le développement de l'industrie sucrière. Le nombre de fabriques tombait de 539 en 1876 à 449 en 1884 et tandis qu'en 1874, année particulièrement favorable on avait produit 450.000 tonnes de sucre on n'en obtenait plus que 316.000 en 1884.

Il fallait chercher à améliorer la situation, à moins d'abandonner l'industrie sucrière. Divers

systèmes furent proposés, mais le Parlement finit par se rallier au système de la législation allemande et la loi de 1884 fut votée. Les dispositions modifièrent complètement l'assiette de l'impôt qui prit pour base, non plus le produit fabriqué, mais le poids des betteraves mises en œuvre dans les sucreries ; elle obligeait les fabricants à exiger des cultivateurs des betteraves riches et à ne travailler qu'au moyen des appareils et des procédés les plus perfectionnés. Cette loi fixait à 50 frs le droit à percevoir sur 100 kgs de sucre; le montant de l'impôt, établi sur un rendement présumé de 6 % pour les campagnes de 1884 à 1887, devait s'élever progressivement pour atteindre 7 % avec la campagne de 1890-1891. Des mesures provisoires sauvegardaient les intérêts des usines, encore mal outillées pour travailler avec les nouveaux procédés de fabrication ; elle leur accordait un déchet de 8 % sur le montant total de leur fabrication.

Le relèvement de la sucrerie fut si rapide que l'Etat se crut autorisé à modifier, par la loi du 4 Juillet 1887 les dispositions édictées par la loi de 1884. Il y fut amené, par la nécessité de contrebalancer les pertes faites par le Trésor et qui dépassaient toutes les prévisions ; la surélévation de 10 francs des droits sur le sucre était insuffisante pour combler le déficit qu'entraînait les excédents de rendement. La loi du 17 mai 1887

établissait une surtaxe de 20 % sur les sucres imposables de toute origine et une taxe spéciale équivalente sur les sucres exonérés à titre d'excédent de fabrication. Deux droits différents se trouvaient alors en vigueur : un droit de 60 frs comme droit normal et un droit réduit de 10 frs sur les sucres obtenus en excédent. Ce droit réduit fut successivement porté à 20 francs par la loi du 27 juillet 1888 et à 30 francs par la loi du 5 août 1890. La loi du 4 juillet 1887, apportait d'autres changements à la législation des sucres; elle portait le rendement légal (prise en charge) à 7 kgs pour 1887-1888; à 7 kg. 250 pour 1888-1889; à 7 kg. 500 pour 1889-1890, et à 7 kg. 750 pour 1890-1891. La loi de 1892 a porté à 45 francs la taxe des excédents obtenus au-dessus de 10,5 % tout en maintenant à 30 frs ceux obtenus de 7,25 à 10,5 %. Elle a autorisé les fabricants, qui au 1er novembre, craignent de ne pas atteindre le rendement légal, à renoncer aux dispositions précédentes; elle leur alloue sur toute leur fabrication, un déchet de 15 %, imposable comme les excédents à 30 frs les 100 kgs.

Grâce à cette législation spéciale, la fabrication du sucre de betterave prit un nouvel essor ; les fabricants soucieux de profiter des avantages que la loi leur offrait, ont consenti à modifier leur procédé d'extraction du sucre. Ils abandonnèrent l'achat à prix fixe, source de toutes les discus-

sions et rivalités anciennes, pour en arriver à la seule base rationnelle du marché : l'acquisition à prix variable, selon la richesse saccharine des racines, obligeant ainsi le cultivateur à produire des betteraves ayant une forte teneur en sucre.

La production du sucre, qui était tombée en 1885 à 272.962 tonnes, monta en 1887 à 434.000 tonnes ; en 1889, elle atteignit 699.000 tonnes puis s'éleva successivement à 700.000, 800.000 et jusqu'à 900.000 tonnes dans la campagne sucrière 1899-1900. L'Etat a profité de cette progression et le rendement des impôts sur le sucre a augmenté de 137 millions de francs, en 1886, à 196 millions en 1899.

De grands progrès ont donc été réalisés; cependant à cette époque nous sommes encore loin d'avoir atteint la puissance de la production allemande qui s'est élevée à 1.770.000 tonnes pendant l'année 1899.

Dans les autres pays, la production a également suivi une marche ascendante et nous comparons dans le tableau suivant, que nous empruntons à G. Dureau (Journal des Fabricants de sucre 1900) la production du sucre de betterave en 1889 et en 1899.

Pays de Production	Production en millions de tonnes			
	Campagne 1889-1890		Campagne 1899-1900	
		%		%
Allemagne	1261	35,4	1770	32,9
Autriche-Hongrie	740	20,8	1100	20,1
France	774	21,5	900	16,6
Russie	448	12,6	900	16,6
Belgique	209	5,9	270	5
Hollande	53	1,6	170	3,5
Danemark	20	0,6	40	0,7
Suède	17	0,5	80	1,5
Roumanie, Italie, Espagne	41	1,1	70	1,3
Etats-Unis	2	»	95	1,7
Total....	3565	100,00	5395	100,00

Les résultats obtenus sous l'influence de la loi de 1884 sont mis en relief par les rendements en sucre de la betterave en fabrication. Voici les chiffres qui se rapportent à la période comprise entre 1884 et 1900.

Campagne	Sucre % de betterave	Campagne	Sucre % de betterave
1884-85...	5,99	1892-93...	9,56
1885-86...	7,83	1893-94...	9,80
1886-87...	8,86	1894-95...	9,87
1887-88...	9,62	1895-96...	10,97
1888-89...	9,83	1896-97...	9,88
1889-90...	10,50	1897-98...	4,40
1890-91...	9,50	1898-99...	12,08
1891-92...	10,27	1899-1900.	11,75

Au point de vue agricole la substitution de la betterave riche à la betterave pauvre a eu pour conséquence d'abaisser le rendement en poids à l'hectare ; de nouvelles variétés se sont substituées aux anciennes et les méthodes de culture se sont modifiées ; le rendement à l'hectare a diminué dans la proportion de 35.000 à 25.000 kgs, mais la betterave a atteint un prix plus élevé.

A la suite de cet aperçu rapide sur la période critique de la culture betteravière en France, nous avons cru utile de donner quelques chiffres sur la récolte des betteraves en 1929, d'après les statistiques publiées au *Journal Officiel* du 22 décembre 1929 par le Ministère de l'agriculture :

Betteraves à sucre :

1929-1930 :

Hectares ensemencés	..	245.620
Betteraves récoltées	..	53.615.320 quintaux

Betteraves de distillerie :

1928-1929 :

Hectares ensemencés	..	30.490
Betteraves récoltées	..	7.676.400 quintaux

Nous avons résumé en un tableau la production betteravière, sériée en betteraves de sucrerie, betteraves de distillerie et betteraves fourragères de 1913 à 1929.

Tableau de la Production en France de 1913 à 1919 des Betteraves de sucrerie, distillerie et fourragères

Betteraves de Sucrerie		
Années	*Hectares*	*Quintaux*
1913.....	249.439	59.393.355
1915.....	75.650	11.480.700
1920.....	104.500	24.627.030
1925.....	217.300	53.615.320
1927.....	238.710	60.024.390
1929.....	245.620	53.712.480

Betteraves de Distillerie		
Années	*Hectares*	*Quintaux*
1913.....	51.812	20.305.450
1915.....	28.680	5.848.689
1920.....	17.460	4.683.900
1925.....	22.230	6.100.610
1927.....	27.050	7.619.650
1929.....	30.490	7.676.160

Betteraves Fourragères		
Années	*Hectares*	*Quintaux*
1913.....	723.780	252.201.090
1915.....	582.900	146.631.340
1920.....	646.600	183.320.730
1925.....	696.410	238.031.400
1927.....	782.330	289.621.370
1929.....	782.310	217.037.340

Chapitre III

Affections bactériennes et maladies à virus

Les bactéries parasites de la betterave peuvent être rangées, selon la classification de Lehmann-Neumann, dans la famille des Bactériacées. Elles appartiennent aux deux genres : *bacterium* et *bacillus*.

Les plus importantes sont :

Bacterium tumefaciens	Smith et Townsend
» **beticolum**	E. Smith
» **mori**	Boyer et Lambert
» **scabiegenum**	Faber
Bacillus tabificans	Delacroix
» **bussei**	Migula
» **oleracea**	Harrison

Bacterium tumefaciens SMITH et TOWNSEND

Syn : Pseudomonas tumefaciens Sm. et Towns.

Cette bactérie provoque le *cancer* de nombreuses plantes cultivées, surtout des arbres fruitiers. Cette maladie a été nommée « *Crown gall* » par les auteurs américains, car il se forme sur les troncs et les racines parasités des cercles de galles plus ou moins dures.

CAVARA le premier, en 1897 montre que ces tumeurs sont causées par une bactérie. Cette opinion est confirmée, en 1907, par SMITH et TOWNSEND qui donnent son nom à la bactérie. La galle de la couronne, chez la betterave, est primitivement une maladie du parenchyme ; elle se distingue des autres affections, en ce que les cellules des parties attaquées ne sont pas désagrégées ou tuées, mais au contraire amenées à se multiplier; il en résulte une excroissance ou tumeur, imparfaitement vascularisée, irrégulière, molle ou dure, constituée en partie au moins, de masses de cellules très petites, rondes ou fusiformes, se divisant rapidement. Cette maladie est d'un caractère particulier en ce que la croissance est extra-physiologique et nuisible au reste de la plante. Son développement est plus ou moins arrêté et la plante peut parfois dépérir très rapidement. Ces tumeurs présentent une grande analogie avec les sarcomes des animaux. L'organisme causant cette tumeur se trouve à l'intérieur de certaines cel-

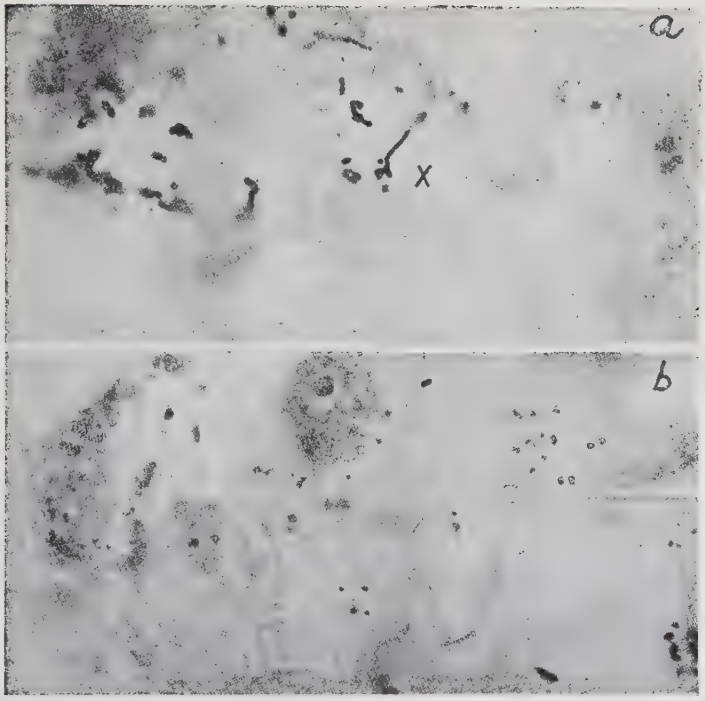
Fig. 1

Crown-Gall dû au **Bactérium tumefaciens**
sur une racine de betterave à sucre,
obtenu par inoculation d'une culture pure.
(D'après E. Smith).

(Fig. 2)

Aspect des tumeurs de Crown-Gall obtenues par inoculation d'une culture pure de **Bacterium tumefaciens** sur une racine de betterave au bout de 104 jours. Les tumeurs sont plus grandes que les racines.

(D'après E. Smith).



(Fig. 3)

Coupe montrant les formes d'involution
du **Bacterium tumefaciens** dans un tissu parasité.
Coloration au chlorure d'or.
(D'après E. Smith).

lules proliférantes. Quand la cellule se divise, la bactérie passe dans les cellules filles où elle se multiplie.

Le *Bacterium tumefaciens* est blanc, mobile, à flagelles polaires, ne prend pas le Gram, ne liquéfie pas la gélatine. Il est aérobie, ne forme pas de gaz, ne détruit pas l'amidon.

Sur plaques d'agar-agar il forme de petites colonies circulaires, brillantes, translucides. Sur plaques de gélatine, les colonies sont petites, rondes, épaisses, blanches et non liquéfiantes.

En bouillon peptoné à + 15°, il se produit au bout de 48 heures de nombreux et fins filaments en suspension dans le liquide. Au bout de quelques jours il se forme une pellicule à rebords blanchâtres.

La bactérie précipite la caséine du lait au bout de quelques jours. La température optima de croissance est de 25 à 30° C.

La bactérie perd lentement de sa virulence en milieu de culture. Elle prend facilement (sous l'action du froid, chlorure de sodium ou des acides) la forme de massue, d'Y ou diverses formes d'involution, qui sont souvent mourantes ou mortes. Ces formes d'involution ne se produisent pas seulement en milieu de culture, mais sont communes dans la tumeur. C'est pourquoi il a été longtemps difficile d'isoler cet organisme.

Pour conserver cette bactérie vivante, en milieu ordinaire, il faut mettre les cultures dans un

endroit frais et faire des repiquages fréquents (au moins toutes les 3 semaines). Pour isoler cet organisme des tumeurs formées il est préférable de choisir des galles jeunes. Dans les galles anciennes on peut trouver des schyzomycètes non parasites, blancs ou diversement colorés, des nématodes, des levures, des myxomycètes et divers champignons.

L'isolement des parasites est assez délicat, car leur nombre est peu élevé comparativement à la taille des tumeurs et une grande partie d'entre eux sont transformés en formes d'involution peu virulentes.

Le meilleur procédé consiste à flamber légèrement et à peler la tumeur avec un couteau stérile; ensuite on détache une parcelle de tissu interne paraissant sain, on le plonge pendant 3 secondes dans de l'eau contenant 1 pour mille de sublimé; on lave à l'eau distillée et on écrase le tissu à l'aide d'un peu d'eau ou de bouillon stérilisé, dans une boîte de Petri.

On recueille le liquide trouble au moyen d'une pipette et on le verse dans un tube d'eau peptonée, de bouillon de bœuf ou d'eau stérilisée à l'autoclave. On laisse reposer quelques heures. Ensuite on fait des plaques, les unes avec le liquide du tube, d'autres avec des dilutions de celui-ci.

Toutes les colonies jaunâtres, verdâtres, ou rougeâtres, blanches ramifiées ou circulaires doivent être rejetées si elles sont opaques. Il ne faut

tenir compte que des colonies à développement lent, qui restent longtemps petites, circulaires, brillantes, et translucides.

Les inoculations expérimentales se font dans le centre du collet des jeunes betteraves saines ou de diverses autres plantes à croissance rapide.

Bacterium beticolum E. Smith

Cette bactérie occasionne également la formation de galles sur les racines de betteraves.

Une coupe microscopique de ces tumeurs nous montre au centre une région brune, pleine de bactéries et de débris cellulaires et sur le pourtour, des couches de tissu en voie de désintégration.

Bacterium Mori Boyer et Lambret

On attribue à cette espèce, une maladie observée en France sur des betteraves conservées en silos et à laquelle on a donné le nom de *dégénérescence gommeuse*.

Il se forme sur les racines parasitées des taches vitreuses, qui par la suite se liquéfient et ne laissent subsister que des espaces vides disposés concentriquement. Les betteraves deviennent spongieuses.

La gomme exsudant des coupes de ces racines ne possède aucune odeur désagréable.

Le *Bactèrium Mori* est un organisme blanc non sporifère, très mobile (1 à 7 cils polaires) aérobie, acidophile, ne produisant pas de gaz. Il ne liquéfie pas la gélatine et ne prend pas le Gram.

Il forme sur agar-agar à 15° des colonies blanches, translucides, circulaires, plates, se développant lentement, ayant au bout de quelques jours des bords ondulés et une structure réticulée.

Les colonies sur bouillon de bœuf peptoné-gélatiné à 10° sont blanches, plates et arrondies.

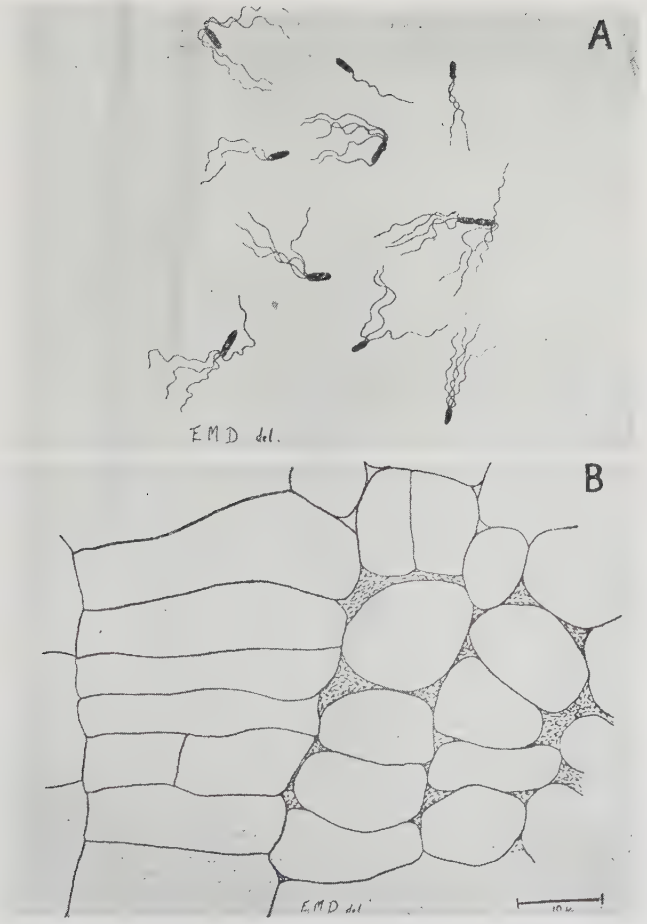
La bactérie ne coagule pas le lait, mais celui-ci devient translucide sous son influence. La réaction devient alcaline. Au bout de 3 mois, le liquide est gélatineux et de couleur brunâtre.

Pour isoler le bacille des tumeurs, on recueille une parcelle de tissu parasité après avoir flambé légèrement la partie repérée. On la plonge pendant 1 minute dans une solution à 1 pour mille de sublimé, on lave à l'eau stérilisée. On l'introduit dans un tube de bouillon et on l'écrase avec une baguette stérile. Il faut ensuite faire des cultures sur plaques avec cette solution et suivant diverses dilutions.

Bactérium Scabiegenum FABER

Ce bactérium se présente sous la forme d'un bâtonnet très mobile, ayant 1,7 à 2,1 μ de longueur sur 0,85 μ de largeur.

On le rencontre souvent, vivant en association avec un *oospora* à la surface des betteraves où il



(Fig. 4)

A. — Frottis d'une culture de **Bacterium mori** × 1500; coloré par la méthode de Van Ermengem montrant les cils.

B. — Aspect d'une coupe du mésophylle d'une feuille de betterave parasitée. Dans les espaces intercellulaires, on remarque l'infiltration bactérienne. (D'après Ethel M. Doidge).

provoque la formation de petites excroissances rondes, noires, présentant parfois un renfoncement cratériforme au milieu.

Ces tumeurs se réunissent pour former un anneau transversal appelé *Gurtelschorf* par certains auteurs allemands. Ces verrues se trouvent le plus souvent à la partie inférieure des racines. Eriksson lui donne le nom de *Warzenbakteriose*. Elle guérit généralement spontanément par la chute des verrues.

On la rencontre surtout en Amérique du Nord et en Allemagne centrale.

Bacillus Tabificans Delacroix

Ce bacille est ovoïde et très mobile. Il se cultive facilement sur les milieux artificiels, sauf sur la gélatine, et forme à leur surface un voile léger qui finit par tomber au fond du liquide, en donnant un dépôt visqueux.

Il est aérobie et ne prend pas le Gram.

Ce bacille vit en parasite sur tous les organes de la betterave, sauf sur la graine. On peut contaminer des pieds sains de betteraves en y pulvérisant les cultures du bacille.

L'affection causée par cet organisme ou *jaunisse de la betterave* a été observée tout d'abord dans le nord de la France par Troud en 1896. Elle a été étudiée en 1897 par Prillieux et

Delacroix. Depuis cette époque on l'a reconnue, en Allemagne, en Suède, au Danemark, etc.

La maladie fait son apparition en juillet. Les feuilles atteintes se penchent vers le sol; le limbe, d'abord tacheté de vert foncé et de vert pâle, prend bientôt une coloration jaunâtre; le pétiole devient vitreux et présente une consistance gommeuse au toucher. La feuille finit par se dessécher complètemnet. Les bractées présentent les mêmes modifications et les racines cessent de grossir. La richesse en sucre est fortement diminuée.

Dans les cellules des feuilles malades, Prillieux et Delacroix découvrirent de nombreuses bactéries ayant un mouvement de rotation assez rapide. Les corpuscules chlorophylliens des cellules malades pâlissent, puis deviennent de plus en plus jaunes. Cette altération de la matière colorante est due à une substance spéciale secrétée par la bactérie.

Etiologie de la maladie. — La jaunisse de la betterave se propage par l'enfouissement des feuilles contaminées et par les semences provenant de porte-graines infestés. Les porte-graines perdent leur infectivité au bout de quatre années, car tous les bacilles ont péri.

La jaunisse sévit surtout dans les terres fraîches et peut provoquer de grands dégâts. Une forte épidémie a été observée dans le Nord de la France en 1915 et bien étudiée par Berthauld, Saillard et Miege.

Comme moyens prophylactiques, il est recommandé de ne semer que des graines de 4 ans au moins, de ne pas porter sur le fumier les feuilles infectées et de faire un assollement triennal.

Bacillus bussei MIGULA

Ce bacille se présente sous la forme de bâtonnets isolés ou associés par deux; il mesure 1,5 à 1,75 μ de long sur 0,7 à 0,8 μ de large. Il est très mobile, se colore légèrement par les couleurs d'aniline, ne liquéfie pas la gélatine, mais produit de nombreux gaz dans les cultures.

Il forme sur gélatine, des colonies superficielles rondes de 3 $^{m}/^{m}$ de diamètre, incolores, devenant jaunâtres et d'un aspect gluant. A petit grossissement elles ont une apparence granuleuse, le centre étant plus foncé et les rayons légèrement courbes. Les colonies profondes sont rondes, de 0 $^{m}/^{m}$ 5 de diamètre, jaunâtres et granuleuses.

Dans l'eau peptonée à 2 %, le bacille tarde à se développer, mais finit par donner un trouble apparent; au bout de 8 à 10 jours les flocons se détachent et se portent vers le fond. Dans l'eau peptoné à 2 % et sucrée, le développement est rapide; après 24 heures le trouble est net, et les flocons se rassemblent à la surface au bout de 48 heures; il y a dégagement de gaz et la réaction du milieu devient acide.

Ce bacille provoque chez la betterave une affection appelée *gommose bacillaire*. Elle a été signalée en 1891 par KRAMER et SORAUER. Elle est caractérisée par la présence dans la racine de vaisseaux bruns, d'où s'échappe un liquide sirupeux dans lequel pullulent les bactéries. Les feuilles de betteraves atteintes jaunissent et se flétrissent. Finalement tous les tissus de la racine brunissent et pourrissent. Une coupe longitudinale révèle des stries dans le sens de la longueur. Une coupe transversale montre des anneaux foncés.

Le liquide retiré des plantes malades est très réducteur ; le premier effet de la maladie est donc une inversion du sucre. Il en résulte une diminution de la richesse saccharine dans la proportion de 1,5 à 4,6 %.

On a isolé 3 formes de bactéries des betteraves malades (ces betteraves étant de provenance différente) :

Bacillus α ou *Bacillus lacerans* MIGULA
Bacillus β ou *Bacillus bussei* MIGULA
Bacillus γ

Cette affection observée en Allemagne, en Belgique, en Russie, en Roumanie et aux Etats-Unis est assez rare en France.

Elle semble favorisée par la présence d'engrais azotés et potassiques, tandis que l'acide phosphorique paraît augmenter la résistance des betteraves.

Bacillus cleraceae HARISSON

Cette espèce s'attaque en général au chou-fleur, mais peut également causer des dommages dans les cultures betteravières. Elle présente une grande analogie avec le *Bacillus carotovorus* Jones, parasite de la carotte. Elle pénètre dans la racine par une blessure légère et désagrège les tissus en traversant les espaces intercellulaires. On voit apparaître des taches translucides autour des blessures infectées.

Ce bacille pathogène est gris blanchâtre, non sporifère, très mobile, aérobie. Il produit des gaz en culture et liquéfie la gélatine. Il mesure 1 à 4 μ de long sur 0,5 à 1 μ de large. Sur agar-agar il forme des colonies blanches, grisâtres, à bords très nets.

Sur gélatine à + 10°, les bords de la colonie sont frangés. Le bouillon peptoné devient rapidement trouble; il se forme une fine pellicule qui bientôt tombe au fond du tube.

MALADIES A VIRUS

Les virus sont des organismes ultramicroscopiques que l'on n'a pas encore réussi à identifier, ni à apercevoir, même à un fort grossissement. Ils ont la propriété remarquable de passer à travers les filtres sans perdre de leur virulence.

Les maladies à virus sont d'étude très récente. Elles causent souvent de grands ravages et pendant très longtemps on n'a pu diagnostiquer leur origine exacte car les tissus malades ne renferment aucun parasite visible. Elles ont été considérées pendant de nombreuses années comme ayant une origine physiologique. La première étude en a été faite par MAYER en 1886 sur le tabac. IVANOWSKI constate à la même époque, que l'injection de la sève d'une plante malade à une plante saine après filtrage au Chamberland lui communique la maladie.

Ces affections ont plusieurs caractères distinctifs :

1° Les feuilles changent de couleur, deviennent marbrées avec des taches de différentes couleurs allant du vert au jaune. L'apparence mouchetée des feuilles donna naissance au terme de *Maladies à mosaïques*.

2° La sève des plantes mortes est fortement infectieuse, même après filtration.

3° Les plantes atteintes restent très petites.

4° Il est impossible de découvrir à l'aide du microscope le moindre parasite.

La première théorie, formulée pour expliquer ces affections est celle de la nutrition ou *théorie physiologique*. Elle a été complètement abandonnée.

La seconde ou *théorie des enzymes* fut avancée par Woods en 1902. La maladie serait due à des diastases oxydantes qui, libérées dans le sol, après le décès de la plante, restent actives et sont absorbées par d'autres végétaux.

Freiberg, en 1917, développe la même théorie mais d'après lui l'enzyme incriminée serait une aldéhydase.

La troisième hypothèse, celle des virus fut proposée par Allard en 1916. Il démontre que la maladie est transmise par des pucerons.

En 1923, Duggar et Armstrong étudient à fond les virus et cherchent à démontrer, que la cause de la maladie est une production cellulaire, non pas une enzyme mais une masse définie, peut être une particule de chromatine ou *gene*. Ce *gene* aurait été détourné de son activité habituelle et ayant la propriété de se reproduire indéfiniment dans la cellule vivante, il causerait des dérangements cellulaires.

De nombreux auteurs ont fait ces dernières

années des études cytologiques des cellules de plantes atteintes par les maladies à virus. Ils ont tous constaté la présence de corpuscules particuliers, d'inclusions, de dimensions très réduites.

Kunckel en 1921, décrit certaines inclusions trouvées par lui dans les cellules de blé atteintes de mosaïque. Leur structure est réticulée, vacuolaire. Elles se trouvent toujours dans les cellules des taches vert-pâle; jamais dans les taches foncées.

En 1923, Mc. Kinney, Eckerson et Webb décrivent des corps analogues.

Nelson, en 1922 décrit des corps flagellés qu'il nomme *Protozoa*. C'est le premier auteur qui attribue les maladies à mosaïques à un organisme protozoaire. Cette découverte stimule les recherches.

En 1926, Eckerson publie le résultat de ses travaux sur la mosaïque de la tomate. Lui aussi a observé de nombreux organismes flagellés, très petits, très mobiles, dans les feuilles atteintes.

Dans la même année, Goldstein étudiant ces mêmes maladies, considère les inclusions observées comme une phase de la vie d'un parasite.

Mais tous ces travaux, quoique fort intéressants ne sont pas encore concluants. Comment admettre l'existence de protozoaires traversant les filtres? La sève infectieuse peut être conservée 15 mois sans que son infectivité soit diminuée. Cependant les recherches tout à fait récentes en

bactériologie et nous ne mentionnerons que le cycle évolutif du bacille de KOCH, peuvent facilement expliquer ces faits.

Cette courte étude sur les maladies à virus nous montre qu'elles sont fort intéressantes mais que nos connaissances à leur sujet sont encore bien imprécises.

Une seule de ces affections a été bien décrite pour la betterave, c'est le *Curly Top*.

Cette maladie observée surtout en Amérique, a été décrite en 1902 par TOWNSEND. En 1906, BALL découvre qu'elle est transmise par l'*Eutettix tenella*. En 1907, SMITH émet l'opinion qu'elle est analogue à la mosaïque du tabac. Depuis cette époque, son étude a été reprise par de nombreux auteurs.

Le *Curly Top* est caractérisé par l'enroulement des feuilles qui se couvrent de taches.

Une étude histologique de ces feuilles, nous montre que :

1° l'épaisseur des feuilles est réduite dans les taches chlorotiques.

2° le mésophylle y est plus compact et les espaces intercellulaires plus grands.

3° les cellules des taches sombres sont plus grandes que les normales et la chlorophylle possède une coloration plus foncée que dans la feuille saine.

Les plantes fortement atteintes meurent ou restent très petites. Les pivots des betteraves ont

une tendance nette à émettre de nombreuses racines secondaires fibreuses.

La maladie est transmise par l'*Eutettix Tenella* Baker qui une fois infecté, reste vecteur pendant toute sa vie. Il ne devient infectieux que 4 à 24 heures après avoir dévoré des feuilles malades. Les symptômes de la maladie apparaissent 8 à 15 jours après le passage du vecteur.

Le *Curly Top* provoque de grands ravages dans la culture betteravière, et peut diminuer la richesse saccharine dans de fortes proportions.

Chapitre IV

Affections cryptogamiques

Les affections cryptogamiques de la betterave, sont dues à des champignons appartenant à des familles très différentes.

A côté des parasites cryptogamiques, nous citerons les plantes de la famille des *Convolvulacées*. Ces parasites, sans être des hôtes spécifiques de la betterave sucrière leur causent souvent de grands ravages.

Dans le tableau suivant, nous exposons l'ordre adopté pour étudier les champignons en question.

CHAMPIGNONS PARASITES DE LA BETTERAVE

I. — **PHYCOMYCETES** (Oomycètes).

1. **Chytridinées.**

Urophlyctis leproïdes, Trabut.
Urophlyctis pulposa, Wall.
Rheosporangium aphanidermatus, Edg.

2. **Péronosporées.**

Peronospora Schachtii, Fuckel.

3. **Saprolegniinées.**

Pythium de Baryanum, Hesse.

II. — **ASCOMYCETES.**

1. **Pyrenomycètes.**

Rosellinia necatrix, Hartig.
Mycosphaerella tabifica, Pr. et Del.
Pleospora putrefaciens, Fuckel.

2. **Perisporiacées.**

a) **Perisporiées.**

Thielavia basicola, Zopf.

b) **Erysiphées.**

Erysiphe polygoni, De Cand.

3. **Discomycètes.**

Sclerotinia libertiana, Fuckel.
Botrytis cinerea, Persoon.

III. — **BASIDIOMYCETES.**

1. **Hymenomycètes.**

Clavariées.

Typhula variabilis, Riess.
Typhula betae, Rostr.

2. **Protobasidiomycètes.**

Urédinées.

Uromyces betae, Persoon.

IV. — **MUCEDINEES** (**Fungi Imperfecti**).

1. **Conidiosporées.**

Ramularia betae, Rostr.
Cercospora beticola, Sac.
Fusarium betae, Sac.
Aschochyta beticola, Pr. et Del.
Phyllosticta betae, Oudem.
Septoria betae, Westd.

2. **Thallosporées.**

Actinomyces tumuli, Millard et Beeley.
Oospora cretacea, Krug.

3. **Champignons filamenteux à organes reproducteurs inconnus ou incomplètement développés.**

Rhizoctonia violacea, Tulasne.
Rhizoctonia crocorum, Pers.

PHYCOMYCÈTES

(*Oomycètes*)

Les phycomycètes (de φυκος algue et μυκης champignon) sont des champignons à thalle non cloisonné, parfois très ramifié et renfermant de nombreux noyaux. Ils produisent des cloisons transversales au moment de la formation des organes de reproduction. Les phycomycètes se reproduisent par voie asexuée ou par voie sexuée.

Dans le premier cas, il se forme soit des spores mobiles appelées zoospores, qui proviennent d'un zoosporange, soit des spores immobiles, soit enfin des conidies.

Dans le second cas, les éléments mâle et femelle sont égaux et, par leur jonction forment une zygospore, c'est l'isogamie; ou bien les éléments sexuels sont différenciés et donnent une oospore, c'est l'hétérogamie.

Quand il y a hétérogamie, l'élément mâle peut être constitué par une pollinide qui s'unit directement à l'oosphère contenue dans l'oogone ou par une anthéridie qui met en liberté des anthérozoïdes allant féconder l'oosphère.

Cet ordre des phycomycètes se divise en plu-

sieurs sous-ordres; trois de ceux-ci fournissent des parasites de la betteraves : les *Chytridinées*, les *Peronosporées* et les *Saprolégniinées*.

1. CHITRIDINÉES

Genre Urophlyctis Magnus

Le mycélium est formé de filaments fins et ramifiés. La reproduction s'effectue au moyen de zoosporanges et par isogamie, mais tandis que l'une des gamètes semblables devient un œuf, l'autre se transforme en une petite vésicule hyaline, située sous l'oosphère.

Les urophlyctis produisent des galles ou cécidies, c'est-à-dire que, sous leur influence, les tissus de la plante envahie prolifèrent et forment des tumeurs de volume plus ou moins considérable. On appelle mycocécidies, les cécidies qui sont dues au parasitisme des champignons.

Urophlyctis leproïdes Trabut

Syn. Entyloma leproïdes Trabut
Œdomyces leproïdes Saccardo.

Ce parasite envahit la partie supérieure des racines de betteraves où il provoque la formation de mycocécidies irrégulières.

Ces tumeurs peuvent atteindre le volume du poing; elles sont formées d'un tissu charnu, parsemé de points noirs, correspondant à des cellules géantes, qui contiennent de gros éléments bruns, hémisphériques, à membrane lisse, pouvant atteindre 35 μ et considérés comme des oospores.

Cette affection, très rare, a été observée par Trabut à l'école d'Agriculture de Rouïba, près d'Alger. Depuis, on l'a reconnue plusieurs fois en France, mais il ne faut pas la confondre, avec le Crown-Gall causé par le *Bacterium tumefaciens*.

Urophlyctis pulposa Wall

Ce champignon provoque également la formation de galles sur les racines de betteraves. Ces excroissances sont jaunes verdâtres au début, puis deviennent grises ou noirâtres.

La reproduction de ce parasite se fait au moyen de zoosporanges arrondis de 200 μ de diamètre, à membrane hyaline et à contenu jaune rougeâtre. Les zoospores sont rondes, de 4 μ de diamètre et munies d'un long cil.

Rheosporangium aphanidermatus Edgon

Le mycélium de ce champignon se développe sur les jeunes plants de radis et de betterave et forme des hyphes aériennes, simples de 2,8 à

7,3 μ d'épaisseur. Le contenu de ces hyphes est granuleux. Au bout de quelques jours, le protoplasma afflue vers le sommet et il se forme un zoosporange qui se sépare du reste du filament par une membrane. Les zoospores échappées de ce zoosporange ont 11 à 12 μ de diamètre et possèdent une grande vacuole centrale.

En même temps se développent des oogones terminales ayant 22 à 27 μ de diamètre. Les anthéridies sont terminales ou intercalaires et se fusionnent avec les oogones.

Ce parasite a été observé surtout en Amérique où il détermine sur la betterave la mort du collet et de la jeune plante.

2. PERONOSPORÉES

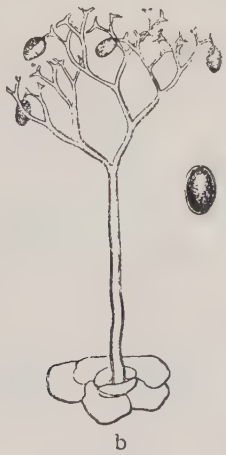
Genre Peronospora Corda

Le mycélium de ce champignon porte des suçoirs. Le reproduction s'effectue par l'intermédiaire de filaments conidiophores différenciés, qui sortent par les stomates de la plante hospitalière. Ces filaments sont ramifiés par bifurcations successives et les rameaux terminaux se divisent en deux stérigmates inégaux. Les conidies en germant donnent directement un filament.

Peronospora Schachtii Fuckel

Le mycélium unicellulaire, envoie des suçoirs dans les cellules de son hôte. Les conidiophores

de 300 à 550 μ de long, présentent 7 à 8 divisions dont les rameaux terminaux sont bifurqués en deux stérigmates inégaux; les conidies sont elliptiques, gris pâle, de 16 à 21 μ de large sur 21 à 25 μ de long. Elles germent très rapidement et en 4 ou 5 jours elles déterminent sur les jeunes feuilles du cœur de la betterave une affection appelée *mildiou*.



(Fig. 5)

Peronospora Schachtii

Aspect d'une hyphe coniodiophore sortant d'un stomate.

(D'après E. Rostrup).

Les premiers symptômes de la maladie se manifestent au printemps sur les rosettes de feuilles du sommet des jeunes plantes.

Au début, elles sont pâles et enroulées par les bords. Plus tard elles se recouvrent d'un voile gris ou jaunâtre formé de filaments bifides, portant à leur extrémité des conidies ovoïdes qui propagent la maladie. Les feuilles atteintes meurent peu à peu. Celles qui résistent servent à propager la maladie d'une année à l'autre. Il s'y forme des oospores d'hiver rondes, à paroi épaisse et de couleur brune.

Pour enrayer l'affection il faudra donc détruire les feuilles malades et suspendre la culture de la betterave sur les champs infestés pendant quelque temps, car les oospores conservent leur faculté germinative d'une année à l'autre dans la terre.

L'intensité de la maladie est variable suivant les années. Elle est plus redoutable pendant les années humides et peut faire diminuer la récolte de 25 à 30 %.

3. SAPROLEGNIINÉES

Genre Pythium Pringsheim

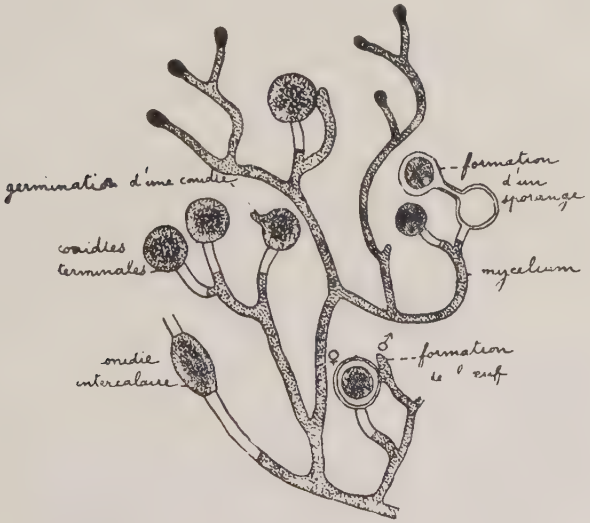
Le mycélium est simple, ramifié, et en grande partie extérieur au support; il ne possède pas de suçoirs, mais est capable de traverser les cellules. La reproduction a lieu par zoospores et par œufs.

Pythium de Baryanum Hesse

Ce parasite s'attaque aux jeunes pousses d'un grand nombre de végétaux, tel que le maïs, le

millet, le trèfle blanc, la betterave et cause souvent leur mort.

Le mycélium du champignon est continu, très ramifié, incolore; il rampe à la surface de la plante hospitalière et y pénètre en partie en traversant l'épiderme, le parenchyme, sauf les éléments du bois. Les organes de reproduction du parasite sont assez variés et se forment dès que le mycélium a pénétré dans la plante.



(Fig. 6)
Pythium de Baryanum
sous ses différents aspects.
(D'après Sorauer).

A l'extrémité de petits filaments ou sur leur trajet apparaissent de petites grosseurs qui s'ar-

rondissent et s'en séparent par une membrane. Un certain nombre de ces organes donnent des conidies quand ils arrivent à l'air libre.

Une autre partie donne des sporanges dans lesquels se forment des zoospores ovales munies d'un cil latéral.

En automne il se forme surtout des oogones dont l'aspect est analogue à celui des sporanges. Ces oogones sont terminaux, ronds, de 21 à 24 μ de diamètre. D'un filament voisin part un prolongement cylindrique qui se courbe vers l'oogone et s'y accole, puis se transforme en anthéridie dont le noyau se fusionne avec celui de l'oophère pour donner une oospore.

Ces diverses formes de reproduction assurent au parasite une grande facilité de propagation. Les conidies germent dans l'air humide en donnant un nouveau filament. Les oospores vivent dans la terre après la décomposition de l'hôte et y passent l'hiver.

Ce parasite est capable de causer de graves dégâts dans les champs de betteraves et peut anéantir toute la récolte. Mais certaines circonstances extérieures influent sur son développement telles : l'âge des jeunes pousses, la chaleur et l'humidité, l'aération du champ, la lumière. Il faut faire les semis à temps pour que la plante soit plus résistante à l'attaque. La maladie est beaucoup plus intense pendant les années chaudes et humides; une aération insuffisante et le man-

que de lumière favorisent également son développement.

En général l'infestation commence au collet. La plante devient jaunâtre puis brune, se penche vers la terre et ne tarde pas à périr. Quelquefois le champignon attaque la pointe de la racine. Il peut alors se former des racines adventives qui remplissent les fonctions de la racine principale et permettent à la betterave de vivre; mais celle-ci reste toujours petite et n'a plus de valeur industrielle.

II. — ASCOMYCÈTES

Les Ascomycètes (de ασκος petits sacs et μυκης champignon) sont des champignons à thalle très différencié, à mycélium cloisonné, ramifié et parfois anastomosé, pouvant former un pseudo-parenchyme appelé *stroma* ou *sclérote*.

La reproduction s'effectue au moyen d'organes particuliers, les *asques*, qui donnent naissance à des ascospores.

Les asques placées à l'extrémité des filaments mycéliens apparaissent à un stade déterminé de l'évolution. Ce sont des cellules de forme spéciale, de taille assez grande, se différenciant surtout par leur contenu. Les ascospores, généralement au nombre de huit par asque, sont entourées chacune d'une membrane cellulosique pure interne, l'*endospore*, et d'une enveloppe externe cutinisée, l'*exospore*. Cette dernière présente souvent un pore appelé *pore germinatif*. Une partie du protoplasme de l'asque n'a pas été employée à la formation des spores et n'est utilisée qu'ultérieurement pour la nutrition c'est l'*épiplasma*.

Les asques sont en général groupées côte à côte et entremêlées de cellules stériles les *paraphyses* qui jouent un rôle protecteur et facilitent la dissémination des spores. L'ensemble des asques et des paraphyses constitue la couche fertile ou *hyménium*, souvent entouré d'un *périthèce*, revêtement mycélien formé de filaments accolés.

Les ascomycètes présentent un polymorphisme très accusé. Les uns sont saprophytes, d'autres vivent en parasite chez l'homme, les animaux ou les végétaux, enfin un certain nombre vivent en symbiose associés à des algues, formant des lichens.

L'ordre des ascomycètes se divise en plusieurs sous-ordres dont 3 seulement nous fournissent des parasites de la betterave : les *Pyrenomycètes*, les *Périsporiacées* et les *Discomycètes*.

1. PYRENOMYCÈTES

Les parasites de la betterave du sous-ordre des *Pyrenomycètes* appartiennent aux genres : *Rosellinia*, *Mycosphaerella* et *Pleospora*. Ces champignons ont un mycélium cloisonné, incolore ou parfois coloré de teintes plus ou moins vives (jaunes ou rougeâtres). Le mycélium peut former en certains points un feutrage épais, se condenser et donner des sclérotes de consistance ligneuse ou cornée. Lorsqu'un pareil sclérote existe, c'est à ses dépens que se forme le stroma qui porte les

périthèces. Ces périthèces sont durs, de couleur foncée, ont la forme de bouteilles s'ouvrant par un ostiole. Ils renferment des asques claviformes ou cylindriques entremêlées de paraphyses. Les asques contiennent des ascospores parfois au nombre de huit.

Genre Rosellinia Ces. et de Notaris

Les périthèces sont volumineux et noirs; ils naissent au milieu de filaments mycéliens superficiels. Les asques, allongées et accompagnées de paraphyses grêles, contiennent des ascospores uni-cellulaires de couleur brune.

Rosellinia necatrix Hartig

Syn. Dermatophora necatrix Hartig

Ce champignon s'attaque surtout aux arbres fruitiers et à la vigne. Chez celle-ci il détermine une maladie appelée *pourridié*. Cependant il attaque les betteraves plantées sur d'anciens vignobles.

Le mycélium est grêle, cloisonné, d'abord incolore, puis brunâtre. Il envahit les racines et provoque leur mort.

Les filaments superficiels forment souvent des chlamydospores. Sur les racines envahies depuis longtemps apparaissent des sclérotes qui ont l'aspect de petites masses brunâtres. Les conidies

naissent à l'extrémité de conidiophores ramifiés. Elles sont hyalines, ovoïdes, très petites, de 1,5 à 3 μ. Ces conidies en germant reproduisent un mycélium. Les périthèces se forment à l'extrémité de la plante au milieu des conidiophores ; ils sont volumineux, arrondis, brunâtres et mesurent 1 m/m 5 de diamètre. La paroi externe est dure et noirâtre; la membrane interne blanchâtre donne naissance à des asques cyclindriques, allongées et à des paraphyses filiformes. La déhiscence se fait par des fentes irrégulières. Les ascospores sont brunâtres, en forme de navettes et pointues aux extrémités. Ces spores sont mises en liberté par gélification des parois de l'asque.

Les racines de betteraves atteintes par ce parasite sont recouvertes de filaments blanchâtres qui s'étalent, se ramifient et forment un voile montant jusqu'au collet. Plus tard, ces filaments deviennent gris plombé puis d'un brun de plus en plus foncé.

Genre Mycosphaerella Johans

Les périthèces sont simples; les asques sont dépourvues de paraphyses et les ascospores, incolores ou légèrement jaunes, présentent une cloison transversale les divisant en deux cellules qui peuvent être d'inégale grandeur.

De toutes les espèces de *Mycosphaerella*, parasites des plantes agricoles, *M. tabifica* est la plus

importante et détermine une très grave maladie de la betterave.

Mycosphaerella tabifica Pril. et Del.

Syn. Phoma betae Franck.
Phoma tabifica Pr. et Del.
Sphaerella tabifica Pr. et Del.

Dans les plantes atteintes par ce parasite on voit au microscope un abondant mycélium transparent. Il pénètre dans les cellules en produisant une contraction du protoplasme, envahissant ainsi la feuille puis les faisceaux vasculaires.

Les pycnides de 200 μ environ sont globuleuses ou légèrement aplaties avec un pore terminal d'où sortent des stylospores ovoïdes portées par de courts stérigmates. En automne, il se forme des périthèces globuleux sur les pétioles morts; ils ressemblent aux pycnides mais contiennent des asques en forme de massue, non accompagnées de paraphyses.

Les ascospores sont transparentes et biloculaires ; la loge inférieure étant plus étroite et à extrémité plus amincie que la supérieure.

Franck a obtenu facilement la germination des stylospores qui donnent un mycélium hyalin se ramifiant rapidement.

Kruger a pu reproduire la maladie avec des stylospores germant sur la betterave.

Cette affection appelée *Pourriture du cœur de la betterave* sévit avec intensité au cours de certaines années.

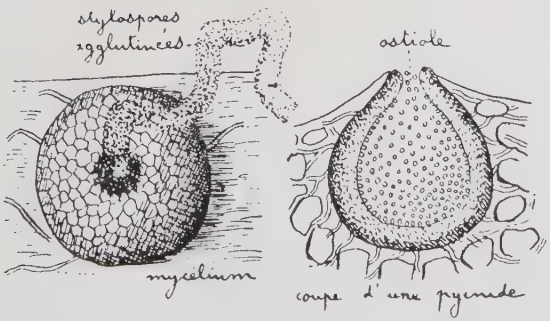
Les premiers symptômes se montrent en juillet et août. Les pétioles se courbent et leur face supérieure porte de grandes taches blanchâtres parfois craquelées et bientôt parsemées de points noirs qui ne sont autre chose que des pycnides; les feuilles jaunissent et se dessèchent partiellement. Le limbe présente également des taches arrondies et brunâtres. Ces lésions sont dues à la pénétration du mycélium dans les tissus du pétiole. Dès ce moment la végétation est arrêtée; la racine cesse de grossir et la pourriture atteint le collet par l'intermédiaire des vaisseaux, amenant la mort du bourgeon terminal. Les jeunes feuilles périssent également et tombent. En automne il se forme bien autour du bourgeon détruit, des bourgeons adventifs mais trop tard pour permettre à la racine de grossir.

Les betteraves ainsi contaminées ne présentent pas au moment de l'arrachage de lésion nette, mais elles contiennent le mycélium du parasite. Celui-ci se développera dans les silos en formant de grandes taches déprimées et blanchâtres couvertes de points noirs qui sont des pycnides. La maladie se propage ainsi aux betteraves voisines qui deviennent inutilisables.

L'étiologie de la pourriture du cœur est assez complexe. Elle se développe surtout dans les ter-

(Fig. 7)

a) Feuille parasitée par **Mycosphaerella tabifica.**
b) Forme conidienne.
c) Asque contenant 8 ascospores
(D'après A B. Franck).



(Fig. 8)

Pycnides de **Mycosphaerella tabifica**
(D'après Delacroix et Maublanc).

rains à sous-sol compact qui se tassent pendant l'été. Les plantes cultivées dans ces terres manquent d'air et d'eau surtout dans les années sèches. Il s'établit alors un milieu asphyxiant pour les racines. *Phoma betae* semble en effet, contrairement aux autres cryptogames, se développer sous l'influence de la sécheresse car la maladie est rare pendant les années humides ou très orageuses. Merle pense que les spores germent à la faveur d'une pluie très légère incapable d'humecter le sol et d'être utile aux betteraves qui souffrent et sont en état de réceptivité plus grande.

Un autre facteur très important est la nature du sol. Gaümann ne retrouve la pourriture du cœur que sur des betteraves cultivées dans des terrains fortement alcalins. Les mêmes observations sont faites par Krüger et Wimmer à la station agricole de Bernburg. Pour ces auteurs la maladie serait due à des processus différents, l'un physiologique, l'autre parasitaire. Le dérangement physiologique rendrait la plante susceptible d'être attaquée par le parasite.

Les expériences d'inoculation n'ont eu de résultats positifs que dans les milieux alcalins.

Les engrais ont également une influence sur le développement de la maladie. Le nitrate de soude favorise nettement la pourriture et la fait apparaître très tôt.

Les engrais potassiques au contraire sont très

recommandables, en particulier les cendres de bois qui ont donné d'excellents résultats.

Les travaux de SOMMER et LIPMANN et ceux de BRENCHLEY et WARRINGTON montrent l'utilité du bore dans le sol pour éviter la pourriture du cœur. L'absence de bore amènerait la mort de la plante d'après ces auteurs.

Dans le diagnostic de cette mycose, il faut se garder d'une confusion possible avec le mildiou, affection causée par le *Peronospora Schachtii*. On reconnaît cette dernière maladie, qui produit également une pourriture des jeunes feuilles du cœur, à la teinte jaune des organes atteints et à leur revêtement violacé.

Les principales mesures prophylactiques proposées sont les suivantes :

1° Brûler aussitôt après l'arrachage toutes les feuilles contaminées et bien se garder de les épandre sur le fumier.

2° Longue alternance des cultures, 4 ans au minimum.

3° Labours profonds avant l'hiver afin de permettre au sol d'absorber une grande quantité d'eau.

4° Emploi d'engrais potassiques.

5° Désinfection des graines par immersion de 3 à 5 heures dans une solution à 0,25 % de sulfate de cuivre dans de l'eau à 42°.

Le *Phoma betae* n'est pas seulement l'agent pathogène de la pourriture du cœur de la bette-

rave; il cause également une autre affection de cette plante appelée le *Pied noir* que l'on rencontre surtout en Allemagne où on le désigne sous le nom de *Wurzelbrand*.

Peu de temps après la germination, la tigelle s'amincit vers le collet et noircit; la plantule se flétrit et meurt. Souvent, le *pied noir* apparaît immédiatement après la germination de la graine, anéantit les petites racines et le germe avant que les jeunes plantules n'aient apparu au-dessus du sol. Mais généralement les plantules arrivent à pousser leurs premières feuilles. Si elles sont vigoureuses, elles résistent parfois à la maladie, mais elles restent faibles et leur teneur en sucre est bien inférieure à la normale.

Le *pied noir* est favorisé par un sol acide ainsi que par une arrière saison humide. Il faut faire des semis tardifs et peu profonds pour que la graine lève rapidement. Afin d'éviter la transmission du *Phoma betae* par les graines il est recommandé de les désinfecter par immersion d'une $\frac{1}{2}$ heure dans une solution à 0,5 % d'acide phénique.

Genre Pleospora Rabenhorst

Les périthèces, simples, pénètrent dans les tissus de la plante infestée. Les ascospores, colorées en jaune ou en brun, présentent des cloisons transversales et longitudinales.

Pleospora putrefaciens Fuckel

Ce champignon provoque également une pourriture du cœur de la betterave, mais attaque de préférence les feuilles âgées qui se tachent de brun, se dessèchent et se couvrent d'une moisissure olivâtre veloutée, formée par les conidiophores. Des cellules épidermiques, sort un mycélium brun, qui forme vers l'extérieur des conidiophores à l'extrémité desquels se trouvent des conidies ovales, de 16 μ sur 82 μ.

En automne, les périthèces se développent dans les feuilles attaquées. Les asques contiennent 8 ascospores, brunâtres, à plusieurs cloisons transversales et longitudinales.

La maladie provoquée par ce champignon n'est pas grave; il suffit de détruire les feuilles malades et de prévenir son retour par un traitement à la bouillie bordelaise.

2. PERISPORIACÉES

Les parasites de la betterave du groupe des *Périsporiacées,* appartiennent aux deux familles, des *Périsporiées* et des *Erysiphées.*

Les *Périsporiées* ont un mycélium généralement coloré en brun; les ascospores présentent la même teinte.

Les *Erysiphées* ont un mycélium hyalin et ramifié, recouvrant les organes des plantes para-

sitées et envoyant par endroits des prolongements renflés qui pénètrent dans les cellules épidermiques et constituent de véritables suçoirs. La reproduction s'effectue par conidies ou par asques. Les conidies hyalines sont disposées en chapelet à l'extrémité de filaments droits, insérés perpendiculairement sur le mycélium. La plante atteinte prend par suite un aspect farineux qui a valu le nom de *blancs* aux maladies déterminées par les *Erysiphées*. On donne le nom de type *oïdium* à la forme de fructification conidienne que nous venons de décrire. Les asques sont enfermés dans des périthèces se formant dans le mycélium qui, tantôt disparaît plus ou moins, tantôt persiste et entoure le périthèce de ses ramifications. La surface des périthèces présente des ornements formés d'appendices, droits, courbés, ondulés ou ramifiés que l'on appelle *fulcres*. Les ascospores sont hyalines et ovales ; leur nombre varie de 2 à 8.

a) PÉRISPORIÉES

Genre Thielavia Zopf

Les asques sont ovoïdes et contiennent 8 ascospores. Il existe en outre, une forme de fructification conidienne et des chlamydospores.

Thielavia basicola Zopf

Ce champignon se rencontre sur les racines de nombreuses plantes : lupin, tabac, pois, violette, begonia, cyclamen, etc., et s'attaque quelquefois à la betterave.

Le mycélium donne naissance à diverses formes de reproduction, qui apparaissent à la surface des plantes malades. On observe au début de petites conidies, hyalines et ovoïdes, disposées en courts chapelets à l'intérieur d'un tube ouvert. Plus tard, il se forme de nombreuses chlamydospores brunes, situées bout à bout, à l'extrémité d'un support incolore et trapu; lorsqu'elles sont mûres, elles se séparent les unes des autres et passent l'hiver pour transmettre la maladie aux jeunes plants du printemps. Au milieu des chlamydospores, on remarque de petits points noirs, qui sont les périthèces; ceux-ci renferment des asques ovoïdes, contenant 8 ascospores brunâtres en forme de petits citrons.

Ce parasite envahit le collet et les racines ; son mycélium pénètre dans les cellules et détermine le brunissement de ces organes qui se désorganisent et se ramollissent. La croissance des tiges, des feuilles s'arrête, de même que l'épanouissement des fleurs.

L'infestation a lieu au printemps par les spores du sol. Les traitements préconisés sont : la désinfection du sol par des solutions de formol à 1 %

(30 litres au mètre carré) et l'alternance des cultures.

b) ERYSIPHÉES

Genre Erysiphe Levy

Ce genre est caractérisé par ses fulcres, flexueux, peu différenciés (analogues à ceux des *Sphaerotheca*) et par ses périthèces contenant plusieurs asques.

Erysiphe polygoni De Candolle

Syn. : Erysiphe communis Part.
Oïdium erysiphioïdes Fr.

Erikson signale ce champignon comme parasite accidentel de la betterave.

Le mycélium forme un lacis de filaments délicats, blancs, à la surface des organes parasités. Ça et là, il émet des conidiophores. Les périthèces, disposés isolément ou en groupe sur les feuilles contaminées sont petits, allongés, hyalins et ornés d'appendicules irréguliers. Les fulcres sont également irréguliers, hyalins ou brunâtres; ils renferment un petit nombre d'asques elliptiques de 40 µ à 70 µ de long sur 27 à 50 µ de large. Les ascospores au nombre de 2 à 8 par asque, sont ovoïdes, incolores, de 18 à 24 µ de long sur 10 à 12 µ de large.

Les feuilles des betteraves atteintes sont couvertes d'efflorescences grisâtres, formant des taches irrégulières et constituées par le mycélium du parasite. Elles deviennent cassantes et tombent facilement.

3. DISCOMYCÈTES

Le sous-ordre des *Discomycètes* contient deux parasites de la betterave, appartenant aux genres *Sclerotinia* et *Botrytis*.

Genre Sclerotinia Fuckel

Les asques ne se forment pas directement sur le filament mycélien, mais sur un sclérote, bien différencié et pouvant rester très longtemps à l'état de vie ralentie.

Sclerotinia libertiana Fuckel

Syn. : Sclerotinia sclerotiorum Libert

Le mycélium de ce champignon est rameux, cloisonné et transparent. Il forme au contact des plantes qu'il rencontre, des espèces de crampons. Il ne pénètre dans les cellules de son hôte qu'après les avoir détruites, sous l'influence d'une diastase, qu'il secrète et qui possède, en milieu acide, une action sur la cellulose.

Ce parasite s'attaque à plusieurs plantes agricoles: topinambour, pomme de terre, carotte, maïs, chanvre, pois, fève, tabac et betterave.

Il ne semble pas posséder de formes conidiennes. Quand le milieu nutritif est déficient, il forme des sclérotes qui peuvent résister longtemps, mais qui à l'humidité, donnent naissance à des pédicelles filiformes, évasés au sommet, en forme de petits disques fauves, qui sont les organes de fructification à asques. Une surface plate, à dépression centrale, porte l'hyménium ; les asques cylindriques, projettent avec force des ascospores ovoïdes, qui germent en donnant un mycélium. On peut cultiver le *Sclerotinia libertiana* sur milieu artificiel. Il donne un feutrage blanc, sans fructification, mais produit au contact des parois du tube des crampons semblables à ceux qui se forment dans la nature.

Les racines de betteraves atteintes se recouvrent d'un mycélium blanc, épais, qui se développe abondamment lorsque le sol est humide, puis des sclérotes, noirs et irréguliers, amenant la pourriture de la plante.

Quand le *Sclerotinia libertiana* envahit les cultures, le mieux est d'arracher les plantes atteintes et de les brûler. D'autre part, il faut alterner les cultures et éliminer de l'assolement les plantes capables d'héberger le parasite. Souvent les racines conservées en silos sont envahies par ce

champignon. Une aération suffisante empêche généralement son développement.

Genre Botrytis Link

Les spores sont simples à l'extrémité et sur les côtés des branches irrégulièrement disposées, ou forment un bouquet terminal.

Botrytis cinerea Persoon

Syn.: Sclerotinia fuckeliana de Bary

Le mycélium de ce parasite donne naissance à des filaments allongés, ramifiés à leur extrémité, celle-ci légèrement renflée et portent des stérigmates inégaux, terminés par des conidies ovoïdes. Il existe aussi une forme stérile, que les horticulteurs désignent sous le nom de *toiles* et qui se présente sous l'aspect de filaments blancs recouvrant le sol et entourant le collet et les racines des jeunes plantes qui finissent par périr.

Cette espèce vit sur un grand nombre de plantes utiles ou ornementales, mais exerce surtout ses ravages sur la vigne, où elle provoque une maladie appelée *Pourriture grise*. Elle a été signalée par quelques auteurs sur la betterave, mais ne semble s'y développer qu'accidentelle-

ment. Elle affecte principalement les feuilles et les tiges. On rencontre le *Botrytis* le plus souvent en association avec le *Sclerotinia;* et on a longtemps cru, que le *Botrytis* était une forme conidienne du *Sclerotinia*. La forme conidienne propage la maladie en été; en automne, il se forme sur les feuilles et les tiges de l'hôte des touffes filamenteuses, qui se terminent par des sclérotes. Ceux-ci sont les formes hivernales et engendrent au printemps de nouveaux mycéliums.

III. — BASIDIOMYCÈTES

Les parasites de la betterave appartenant aux *Basidiomycètes* rentrent dans les sous-ordres des *Hymenomycètes* et des *Protobasidiomycètes*.

Chez les *Hymenomycètes,* l'hymenium est placé à la surface du carpophore ou corps fructifère. Les basides ont généralement la forme de massue et portent le plus souvent 4 stérigmates, qui se terminent chacun par une basidiospore non cloisonnée. La baside se développe de la manière suivante : le noyau unique qui provient de la fusion des deux noyaux de la baside jeune, se divise 2 fois, de sorte que la baside contient bientôt 4 noyaux à 2 chromosomes. Au sommet, se développent 4 stérigmates, qui produisent par bourgeonnement les basidiospores. Chacun des quatre noyaux de la baside se porte isolément vers les stérigmates qu'il traverse en s'étirant, puis pénètre dans les basidiospores à l'intérieur desquelles il reprend sa forme primitive. Le noyau de chacune des basidiospores, se divise en 2, de sorte que, à maturité, elle renferme 2 noyaux à 2 chromosomes. La baside en germant donne un filament, qui au début, est généralement formé de cellules uninucléées.

Seule la famille des *Clavariées* doit être étudiée ici. Les champignons de cette famille ont un hyménium porté sur des clavules simples ou ramifiées; le carpophore, charnu, est dressé en massue. Chez les *Protobasidiomycètes*, les basides sont pluri-cellulaires. Dans ce sous-ordre, la famille des *Urédinées* nous fournit un parasite intéressant.

Les *Urédinées* ont un mycélium cloisonné, ramifié, qui pénètre entre les cellules de la plante hospitalière, et y envoie des suçoirs ou prolongements de formes variables. Les spores naissent à l'extrémité de filaments droits et groupés, qui sortent généralement au travers de l'épiderme déchiré de l'hôte. Les formes de fructification sont très variées et se succèdent avec régularité. Quand le cycle évolutif est complet, il comprend les 4 formes suivantes : *spermogonies, ecidies, urédos,* et *probasides.*

1. HYMÉNOMYCÈTES

CLAVARIÉES

Typhula variabilis Riess

Ce champignon a la forme d'une massue grêle, fertile, supportée par un pédicelle allongé et stérile. Les organes de fructification naissent souvent d'un sclérote.

Typhula variabilis Riess

Le mycélium de ce champignon est blanc; il pénètre dans les tissus de la plante hospitalière qu'il détruit. Quand les matières nutritives sont épuisées, on voit se former sur la racine des sclérotes bruns, mesurant environ 2 $^{m}/^{m}$ de diamètre et constitués par des filaments enchevêtrés, incolores au centre et limités par une membrane brune et épaisse. Si les conditions redeviennent favorables, ces sclérotes germent en donnant une tigelle blanche de 1 à 2 $^{c}/^{m}$ de long, gainée de poils à la base et portant au sommet des basides à 4 spores incolores et ovoïdes.

Cette espèce habituellement saprophyte, a été observée par Prillieux sur des betteraves de provenance espagnole. Brizi, en Italie, a réussi à la faire développer sur la betterave, à la température de 28° et il a obtenu les formes décrites par Prillieux.

Typhula betae Rostr.

Cette variété se rencontre sur la betterave conservée en silo, sur les porte-graines et sur les betteraves provenant de semis. Elle a détruit des plantations entières dans certains pays : Danemark, Allemagne, Açores. Ce champignon attaque principalement les feuilles qui finissent par dépérir entraînant la mort de la plante. Il se forme

également des sclérotes noirs sur les racines, comme dans l'espèce précédente.

2. PROTOBASIDIOMYCÈTES

URÉDINÉES

Genre Uromyces Link.

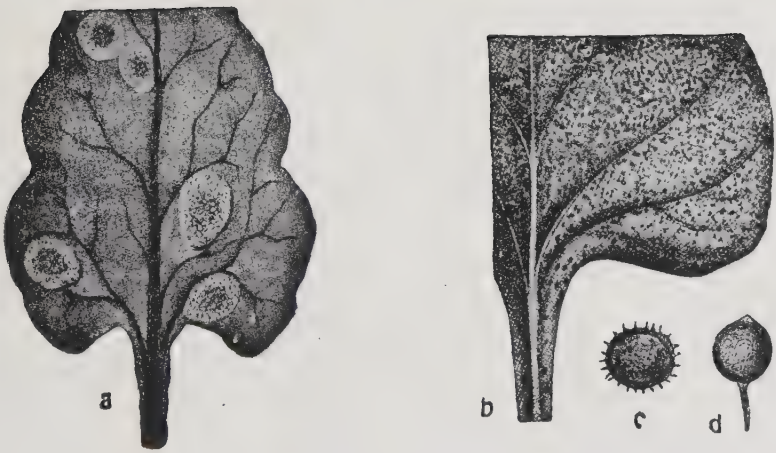
Les spermogonies sont situées à la face supérieure des feuilles; les ecidies, d'abord closes, ont ensuite la forme de cupules et les ecidiospores sont disposées en chapelets. Les urédospores sont globuleuses et munies de pores germinatifs à disposition variable. Les probasides sont unicellulaires et la baside germe par un pore situé au sommet.

Uromyces betae Persoon.

Syn. : Uredo beticola, West.

Cette espèce a été décrite pour la première fois, en 1801 par Persoon sous le nom d'*Uredo betae*. Kuhn l'a réuni en 1869 au genre *Uromyces* créé en 1816 par Link et l'appelle *Uromyces betae*.

Cet *Uromyces* développe toutes ses formes de fructification sur la même plante. Les spermogonies sont disposées par petits groupes. Les ecidies sont situées sur des taches jaunâtres allongées ou



(Fig. 9 et 10)

a) Feuille parasitée par **l'Uromyces betae** montrant les écidies.
b) Feuille parasitée montrant les pycnides.
c) Ecidiospores.
d) Téleutospores.

(D'après Kirchner et H. Boltshauser).

circulaires; elles sont cupuliformes, de couleur blanchâtre et leur bord est lacinié. Les ecidiospores, lisses et de couleur orangée sont anguleuses, globuleuses ou oblongues. Les urédosores sont petits, bruns clairs, et disposés en amas arrondis. Les urédospores sont elliptiques ou ovoïdes, échinulées, presque lisses, de couleur jaune brun et mesurant 24 à 32 μ de longueur sur 17 à 24 μ de largeur. Les sores à probasides, de coloration brun noir, sont épars ou réunis en groupe. Les probasides, elliptiques ou ovoïdes, sont lisses, brunes, et mesurent 26 à 35 μ de longueur sur 19 à 25 μ de largeur.

Cette urédinée détermine la *Rouille de la betterave*. La maladie apparait en août. Sur les feuilles, on distingue des taches nombreuses renfermant les spores du champignon. En septembre et octobre, la *rouille* se propage par les urédospores, ou spores d'été. En automne, se forment les spores d'hiver, à parois épaisses ne germant qu'au printemps. Certaines feuilles atteintes, tombent sur le sol; d'autres plus âgées se dessèchent et s'inclinent vers la terre.

L'intensité de l'affection est assez variable suivant les variétés de betterave ; dans un même champ, certaines plantes ayant un état de réceptivité différent, restent intactes.

Pour reconnaître cette maladie il suffit d'examiner les feuilles au microscope.

Elle existe dans tous les pays producteurs de betteraves et détermine une forte diminution de la teneur en sucre.

IV. — MUCÉDINÉES

(*Fungi Imperfecti*)

Les *Mucédinées* (du latin ,mucedo moisissure) ou *Fungi Imperfecti* (champignons imparfaits) ne forment pas un ordre bien défini. C'est un groupe d'attente où l'on fait rentrer provisoirement tous les champignons dont le mode de reproduction est mal connu. Cet ordre renferme actuellement un grand nombre de genres et d'espèces.

Il contient de nombreux parasites de la betterave que nous répartirons selon la classification de VUILLEMIN en :

1. **Conidiosporées.**
2. **Thallosporées.**
3. **Genres sans caractères nets de reproduction sexuée ou asexuée.**

1. CONIDIOSPORÉES

Les champignons de ce groupe sont caractérisés par la présence de conides vraies, tantôt isolées sur le thalle ou appareil végétatif, tantôt portées sur un appareil conidien différencié de bonne heure et préparant sa formation.

Genre Ramularia Ung.

Les filaments fructifères dressés, en général simples ou légèrement ramifiés sont hyalins, présentent des denticules à leur partie supérieure où peuvent s'insérer quelquefois les spores. En général cependant les spores sont terminales, ovales, cylindriques, incolores et forment, à maturité, une ou plusieurs cloisons transversales. Ces spores sont normalement solitaires; accidentellement, elles peuvent s'agencer en court chapelet.

Ramularia betae Rostrup

Syn. : Ramularia beticola Fr. et Lamb.

Cette espèce très répandue au Danemark a été longtemps confondue avec le *Cercospora* qui s'attaque également aux feuilles des betteraves, en y provoquant la formation de nombreuses taches.

Les taches causées par le *Ramularia* sont petites, arrondies, blanches et peu marquées au

début. Elles brunissent rapidement et à maturité sont entourées d'une large bordure plus foncée tandis que le centre se recouvre de nombreux bouquets de conidiophores blancs, visibles même à l'œil nu, ce qui donne à ces taches un aspect caractéristique. Les bouquets de conidiophores sortent par les stomates; ils sont constitués par des filaments simples, cloisonnés, hyalins, denticulés au sommet où sont insérés les conidies. Celles-ci sont allongées, tantôt unicellulaires, tantôt munies d'une cloison transversale.

Genre Cercospora FRESEN.

Les filaments fertiles, non rigides, simples ou ramifiés, noirâtres, portent des spores terminales ou presque terminales. Les conidiophores de couleur brune ,portent des conidies très allongées, souvent amincies au sommet et renflées à la base; celles-ci, hyalines ou colorées, présentent plusieurs cloisons parallèles entre elles, de couleur noire ou olive, rarement incolores.

Cercospora beticola SACC.

Ce champignon cause de graves dégâts dans les cultures de betteraves, surtout dans les pays chauds; en particulier en Italie où la maladie appelée *Cercosporiose* sévit à l'état endémique.

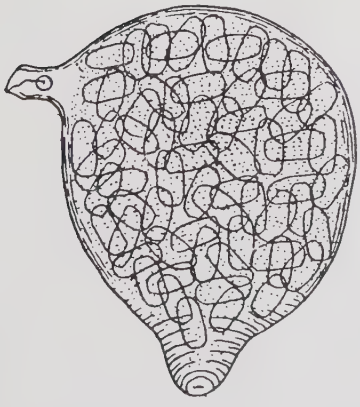
La *Cercosporiose* ou maladie des plaques des

feuilles fut découverte en 1873 par SACCARDO. La première étude approfondie en a été faite en 1886 par VON THUMEN dans un traité intitulé : *Die Bekâmpfung der Pilzkrankheiten*. Elle a été signalée bien souvent depuis dans les champs de betteraves, en particulier dans les régions à été chaud et humide. Cependant elle existe dans d'autres pays. En France, elle apparut en 1886 mais on n'y attacha pas grande importance. Elle causa de sérieux dommages, en 1915 dans les champs voisins de ceux où la récolte n'avait pas été faite en 1914, par suite de la guerre et qui étaient ainsi devenus des porte-graines. L'année pluvieuse de 1927 favorisa le développement du champignon et les récoltes betteravières furent gravement compromises.

Le *Cercospora* attaque rarement les feuilles jeunes. Il se localise au contraire sur les feuilles âgées. Au cours de l'été on voit apparaître sur les deux faces des feuilles, des plaques le 1 à 3 $^{m}/^{m}$ de diamètre, rondes ou elliptiques. Elles ont une couleur cendrée (ce qui les distingue des taches à *Ramularia*) et sont cerclées d'un fin liseré brun. Les taches bien individualisées au début, parviennent à se rejoindre et la feuille prend une teinte brune, prélude de son dessèchement total et de sa chute. Au fur et à mesure que les feuilles envahies tombent, la betterave réagit par la production de nouvelles feuilles, qui, leur développement achevé, sont elles-mêmes contaminées, se déta-

(Fig. 14)

Heterodera Schachtii
mâle × 115
(D'après Vanha et Stoklasa).



(Fig. 14 bis)

Heterodera Schachtii femelle × 50

chent et le cycle continue. Cette succession de nouvelles feuilles produit un allongement considérable du collet qui finalement atteint le tiers ou la moitié de la longueur totale du pivot. Il porte à son extrémité une touffe de feuilles en forme de bouquet, d'où le nom américain de la maladie : *Pineapple desease*. Cette activité déployée par la plante pour lutter contre le dépérissement se fait au détriment des matières de réserve précédemment accumulées dans la racine. La quantité de sucre se trouve ainsi réduite du fait que les feuilles à existence éphémère n'ont plus le temps nécessaire pour transformer les matières amylacées en saccharose. SAILLARD a également constaté dans les betteraves atteintes de *cercosporiose* la présence de matières dextrogyres autres que le saccharose et non précipitables par le sous-acétate de plomb. Il a noté aussi, une plus grande quantité d'azote et une diminution de l'alcalinité. Par contre, du point de vue industriel, on en retire une plus forte proportion de mélasse.

Les moyens de lutte préventifs sont encore mal connus; on a cherché à désinfecter les graines, mais jusqu'à présent, aucun résultat positif n'a été publié. Le procédé hollandais de désinfection des graines, comme moyen préventif contre le *pied noir* donnerait peut-être des résultats intéressants contre la *cercosporiose*. Il consiste à plonger les graines pendant deux heures dans une

solution de *Germisan* (désinfectant à base de mercure).

Germisan : 500 grs.
Eau : 100 litres.

On emploie 3 à 4 kilos de solution par kg. de graines. Les graines se gonflant dans l'eau, on les met en sacs avant de les plonger dans la solution anticryptogamique. On remue les graines dans les sacs pour faciliter la pénétration du liquide. Après ce traitement, on sèche les graines à l'air en les étendant en couches minces sur des claies très propres.

On a également traité les porte-graines par des bouillies cupriques.

Le moyen le plus certain est de rechercher des variétés de betteraves très résistantes. Pour apprécier la résistance de ces plantes on emploie la méthode de contamination artificielle sur des betteraves à semences désinfectées, issues de porte-graines protégés par des traitements répétés.

On a préconisé plusieurs moyens de lutte curatifs:

1) *Pulvérisations de bouillies cupriques.* Le sel de cuivre protège les feuilles en surface; ce revêtement artificiel joue le rôle d'écran qui empêche les spores de pénétrer dans la feuille. Malheureusement cette cuirasse est fragile et facilement entraînée par la pluie.

2) *Epandage de produits secs,* tels l'oxychlo-

rure de cuivre; ces poudres sont d'un maniement plus facile que les solutions.

Genre Fusarium Link

Le mycélium forme des coussinets stromatiformes, blancs ou colorés, chargés de conidies fusiformes ou falciformes, hyalines, à plusieurs cloisons transversales. Ces conidies naissent sur des conidiophores septés et rameux.

C'est un genre très mal délimité ,comprenant à la fois des espèces à conidies septées, des formes à conidies continues, allongées et des formes à conidies continues et courtes.

Fusarium betae (Desm.) Saccardo

Les conidiophores sont courts et les spores fusiformes légèrement courbées possèdent 3 cloisons.

Ce champignon produit sur la betterave des verrues jaunes, irrégulières, larges de quelques centimètres.

Genre Ascochyta Lib.

Les pycnides s'ouvrent par un pore central, les stylospores sont ovoïdes et hyalines avec une cloison transversale.

Ascochyta beticola PR. et DEL.

Ce champignon est très souvent associé au *Phoma tabifica* et produit sur les tiges des feuilles de betteraves des taches blanchâtres, allongées, sur lesquelles se dessinent de petits points noirs qui sont les pycnides.

Genre Phyllosticta PERS.

Les conceptacles sont arrondis et simples ; les spores hyalines ou verdâtres ne sont pas cloisonnées.

Phyllosticta betae OUDEM.

Les feuilles de betteraves atteintes par ces parasites présentent des tâches arrondies, jaunâtres dont les bords sont plus foncés que le centre.

Le meilleur traitement connu jusqu'à présent consiste à enlever les feuilles malades.

Genre Septoria FRIES

Les pycnides sont simples et arrondies, les stylospores très allongées et filiformes sont tantôt continues, tantôt pourvues de nombreuses cloisons.

Septoria betae Wesid.

Les taches formées sur les feuilles de betteraves attaquées par ce *septoria* sont brun clair, avec centre blanchâtre et bords brun foncé.

2. THALLOSPORÉES

Genre Actinomyces ou Oospora

Les filaments sont ramifiés et produisent des spores par simple morcellement du thalle. Dans les cultures les filaments sont grêles, ramifiés par dichotomie, non segmentés et à contenu homogène dans les cultures jeunes. Dans les cultures âgées les filaments se fragmentent en tronçons ou spores qui ressemblent à des bacilles ou à des microcoques.

Actinomyces tumuli Millard and Beley

Ce champignon isolé par Millard et Beley cause une affection de la betterave appelée *gale*. Elle est caractérisée par des escharres de 20 $^{m}/_{m}$ de large sur 6 $^{m}/_{m}$ de haut. Les cellules de la périphérie des escharres prolifèrent très rapidement. La *gale* de la betterave peut également être causée par l'*Actinomyces scabies* qui s'attaque en général à la pomme de terre.

Oospora cretacea KRUG

En 1899, apparut en Allemagne une nouvelle maladie de la betterave. Les plantes atteintes semblaient normales jusqu'à la récolte, mais la surface de la racine était recouverte d'une sorte d'écorce foncée appelée *Gurtelschorf* par FRANK et *Gezonten Tiefschorf* par SORAUER. Il n'y a jamais de *pourriture du cœur* de la plante. Dans les formes légères de cette mycose, les escharres sont petites et isolées. Dans les formes graves, elles sont larges et entourent toute la racine.

Une coupe faite dans une betterave malade nous montre une stèle intacte, mais une écorce déchirée et éclatée aux endroits escharrotiques.

L'*Oospora cretacea* liquéfie la gélatine, forme des colonies blanches sur plaques en bouillon peptone-gélatine, au bout de 2 à 3 jours, à température ordinaire.

Sur peptone-agar on distingue de petits amas blancs, arrondis.

Ce parasite est souvent associé aux enchytreides qui creusent des trous dans les racines permettant ainsi l'accès des *Oospora*.

Diverses autres espèces d'*Oospora* ont été rencontrées sur les racines de betteraves. Ce sont :

Oospora	*rosella*	KRUG.
»	*intermedia*	»
»	*toenax*	»
»	*nigrificans*	»
»	*violacea*	GASP.

Genre Rhizoctonia De Gand

Les champignons de ce genre forment à la surface des racines des diverses plantes, un feutrage de couleur brun ou violet et par endroit des sclérotes de dimensions variables.

Rhizoctonia violacea Tulasne

Cette espèce a été signalée pour la première fois en 1728, par un auteur français H. L. Duhamel. Il a constaté d'importants dégâts causés par ce champignon, dans les cultures de safran du midi de la France. Le champignon produit de grandes taches rondes sur les racines et amène la mort du safran. Duhamel plante dans les champs de safran des lys, des narcisses et des tulipes. En octobre il examine les bulbes, il observe d'abondants filaments mycéliens sous forme de cordonnets violacés et de *corps tubéroïdes*. Il considère les tubercules comme le champignon proprement dit et les filaments comme les racines de celui-ci. Il lui donne le nom de *tubéroïde*.

Le premier nom systématique lui fut donné, en 1791, par un autre français, P. Bulliard qui le range parmi les truffes et l'appelle : *Tuber parasiticum*. Dix ans après, un allemand Persoon dans le *Synopsis methodica fungorum* le rapporte au genre *Sclerotium* et le dénomme :

Sclerotium crocorum. En 1815, De Candolle décrit une maladie analogue sur la luzerne. Il établit pour ce champignon un nouveau genre: *Rhizoctonia*. En 1830, J. E. Dubly signale une nouvelle espèce trouvée sur l'*Allium ascalonicum*. En 1843, J. H. Leveille cite des formes analogues sur le *Rubia*, le *Solanum tuberosum*, le *Phaseolus*.

Toutes les espèces énumérées furent réunies en 1851 par les frères Tulasne en une seule espèce : *Rhizoctonia violacea*.

En 1858 seulement, J. Kuhn signale le *Rhizoctonia* sur les betteraves à sucre en Silésie. A partir de ce moment on le retrouve en divers pays : Italie, Danemark, Suède, etc.

Le mycélium de ce champignon est cylindrique, cloisonné, ramifié à angle droit, d'abord blanc, puis violacé. Il vit à la surface des racines de betteraves où il forme un feutrage rouge. Souvent les filaments s'anastomosent et se réunissent par endroits en petits amas appelés *corps tubéroïdes*. Il se forme aussi de véritables sclérotes dénommés *corps miliaires* de couleur brun foncée qui s'appliquent fortement sur la racine parasitée et émettent des branches rayonnantes. Prillieux considère ces corpuscules comme des suçoirs.

Le *Rhizoctonia* peut causer de grands ravages; il se propage dans le sol de proche en proche. Il détruit la partie charnue des racines; seuls le périderme et les parties ligneuses résistent. Ce

parasite capable de vivre longtemps dans le sol est difficile à détruire.

Les principales mesures protectrices préconisées sont :

1) Cultiver dans les terres contaminées, des plantes qu'il n'attaque pas, les céréales par exemple.

2) Eliminer et arracher les pieds de betteraves dès les moindres traces de la maladie et les brûler.

3) Désinfecter le sol au sulfate de fer, à la chaux vive, au sulfure de carbone en employant 50 grs par 10 litres d'eau (40 litres par 15 mètres carrés), ou encore au formol à raison de 60 grs par mètre carré. Ces moyens, très efficaces, sont fort onéreux et ne peuvent être employés que sur de petites superficies.

Rhizoctonia crocorum PERSOON

Cette espèce attaque également de nombreuses plantes, entre autres la betterave sucrière.

Le mycélium est violet, ce qui donne un aspect caractéristique au tissu de la plante parasitée.

Pour compléter cette étude sur les parasites végétaux de la betterave, nous citerons les *Cuscutes* de la famille des *Convolvulacées* qui peuvent y vivre accidentellement.

Cuscuta major et *Cuscuta minor* sont les deux espèces que l'on rencontre ordinairement.

La *Cuscute* est presque complètement privée de chlorophylle et s'implante avec ses racines dans les organes de la plante hospitalière. Une fois fixée, elle grandit et se ramifie rapidement. Les betteraves ainsi envahies sont privées d'une grande partie de leurs substances nutritives; elles sont retardées dans leur développement et ne fournissent qu'un rendement amoindri.

Chapitre V

Affections Parasitaires d'ordre zoologique

La betterave subit les attaques de très nombreux parasites animaux dont le classement méthodique est difficile. Nous avons adopté pour cette étude une classification qui se rapproche de celles proposées par la majorité des auteurs.

Dans le tableau suivant, nous exposons l'ordre suivi dans notre travail :

I. — **VERS.**

1. **Annélides.**

Chétopodes.

Enchytraeus Buchholzi Vejd.

2. **Némathelminthes.**

Nématodes (**Anguillulidés**).

Tylenchus arenarius Neal.
Heterodera Schachtii Schmidt.
Heterodera radicicola Greef.
Dorylaimus condamni Vanha.

II. — ARACHNIDES.

Acariens.

Astigmates.

Histiostoma feroniarium Duf.
Syn. Tyroglyphus rostroserratus Magnin.

III. — MYRIAPODES.

Polydesmus complanatus Linné.
Julus terrestris Linné.
Geophilus longicornis Leach.

IV. — INSECTES.

1. Diptères.

Brachycères.

Pegomyia hyosciami Panz.
Syn. P. atriplicis Gour.
P. betae Curtis.
P. chenopodii Rondani.
P. conformis Fall.
P. dissimilipes Zett.
P. spinaciae Holmgr.
P. vicina Lintn.
Pegomyia nigritarsis Zett.
Anthomyia conformis Fall.
Anthomyia nigritarsis Zett.
Hylemyia coarctata Fall.
Muscina stabulans Fall.
Aricia betae Holmgr.

2. **Hémiptères.**

a) *Homoptères.*

Aphis evonymi.
Aphis vitis Scop.
Aphis papaveris Fabr.
Aphis rumicis Linné.

b) *Hétéroptères.*

Lygus campestris Linné.
Piesma quadrata.
Piesma capitata Wolf.

3. **Lépidoptères.**

a) *Microlépidoptères.*

Lita ocellatella Boyd.
Lita atriplicella F. R.
Phlyctaenodes sticticalis Linné.
Hulstea undulatella Cl.

b) *Hétérocères.*

Plusia gamma Linné
(syn. Autographa gamma).
Plusia simplex Gn.
(syn. Autographa simplex).
Caradrina exigua Hubn.
(syn. Laphygma flavimaculata Harr.).
Mamestra oleracea Linné.

(syn. Hadena oleracea).
Agrotis segetum Schiff.
(syn. Euxoa segetum Hubn.).
Agrotis exclamationis Linné.
(syn. Feltia exclamationis).
Spilosoma lubricipeda Esp.

4. **Thysanoptères.**

Thrips tabaci Lindeman
(syn. Thrips communis Uzel).

5. **Coléoptères.**

a) *Tétramères.*

Chaetocnema tibialis Illig.
Cleonus sulcirostris Linné
(Syn. Cleonus piger Scop).
Cleonus ucraeniensis Gawr.
Conorrhynchus mendicus Gyll.
(syn. Cleonus mendicus).
Cleonus punctiventris Germ.
(syn. Bothynoderes punctiventris).
Cassida nebulosa Linné.
Lixus ascami Linné.
Molytes coronatus Goeze
(syn. Liparus coronatus).
Otiorrhynchus raucus Fabr.
Phyllotreta nemorum Linné
(syn. Haltica chrysocephala).
Psyliodes chrysocephala Linné
(syn. Haltica chrysocephala).
Systena frontalis Fabr.
Tanymecus palliatus Fabr.

b) *Hétéromères.*

Pedinus femöralis Linné.
Cysteodemus vittatus Lec.
(syn. Megetra vittatus).

c) *Pentamères.*

Thanatophilus rugosus Linné.
Silpha reticulata Fabr.
(syn. Blitophaga undata Mull).
Silpha opaca Linné
(syn. Blitophaga opaca Linné).
Silpha obscura Linné.
Silpha atrata Linné.
(syn. Phosphuga atrata Linné).
Silpha tyrolensis v. nigrita Creutz.
Lethrus apterus Laxm.
(syn. Agriotes segetis Bjerk).
Melolontha vulgaris Fabr.
Agriotes lineatus Linné
Atomaria linearis Steph.
Meligethes aeneus Fabr.
Omaseus madidus Fabr.
(syn. Pterostichus madidus).
Omaseus vulgaris Linné
(syn. Pterostichus vulgaris).
Pseudophonus pubescens Mull.
(syn. Harpalus ruficornis Fabr.).

I — VERS

Les parasites de la betterave, appartenant à l'ordre des VERS font presque tous partie du groupe des *Anguillulidés*. Cependant il y a lieu de signaler un Annélide, hôte accidentel des racines.

1. ANNÉLIDES

CHÉTOPODES

Enchytroeus Buchholzi VEJD

Ce petit ver appartient au sous-ordre des *Chétopodes-oligochètes* c'est-à-dire, ayant quatre paires de soies par segment. De couleur blanche il mesure 0 $^{c/m}$ 5 à 2 $^{c/m}$ de longueur. Il possède deux stylets avec lesquels il perfore les tissus, provoquant ainsi des lésions plus ou moins graves des racines de betteraves et facilitant la pénétration des champignons du genre *Oospora*.

Pour détruire cet *Enchytreide,* VANHA recommnade de fumer fortement avec de la chaux et d'alterner les cultures.

2. NEMATHELMINTHES

Les *Némathelminthes* sont des vers allongés et cylindriques, grêles et même filiformes. Ils possèdent une cavité générale dans laquelle flotte

le tube digestif, quand il existe, et les organes sexuels ; ces parties n'étant reliées aux parois du corps que par de rares travées conjonctives. Les sexes sont généralement séparés.

Seul, le sous-ordre des *Nématodes* intéresse la parasitologie de la betterave.

NÉMATODES

Ce sont des *Némathelminthes* non segmentés, c'est-à-dire, que les organes reproducteurs ne se répètent jamais plusieurs fois sur la longueur du corps. La famille des *Anguillulidés* renferme quelques espèces s'attaquant particulièrement à la betterave.

Ces *Nématodes* sont de petite taille, à corps filiforme. La bouche possède une armature dentaire. Les mâles ont deux spicules égaux et les femelles un ovaire double. La vulve est située dans la moitié postérieure du corps.

Tylenchus arenarius NEAL

Cette anguillule, qui d'après ATKINSON aurait été souvent confondue avec *Heterodera radicicola*, a été observée plusieurs fois dans la Nouvelle Galle du Sud, mais ne semble pas causer de dégâts en France.

La cavité buccale est étroite, et contient un aiguillon. L'œsophage possède 2 bulbes dont le

postérieur n'a pas d'appareil dentaire. Chez le mâle, existe une bourse caudale dépourvue de papilles. Chez la femelle l'utérus est asymétrique.

Heterodera Schachtii SCHMIDT

Ce *Nématode* a été découvert en 1859 par SCHACHT et décrit en 1871 par SCHMIDT. En France, il a été minutieusement étudié par CHATIN, en 1891. Il montre une grande préférence pour la betterave dont il est un dangereux ennemi.

Description : La cavité buccale est ovoïde et contient un aiguillon. L'œsophage présente 2 bulbes, l'antérieur étant cylindrique, tandis que le postérieur est globuleux. Il n'y a pas d'appareil dentaire. Le dimorphisme sexuel est très accusé. Le mâle est cylindrique, transparent et strié transversalement. L'extrémité postérieure est recourbée et terminée en pointe mousse. Il a deux spicules mais il n'existe pas de pièces accessoires. Sa longueur moyenne est de 1 $^{m}/^{m}$.

La femelle est globuleuse, opaque, à cuticule épaisse, à peine striée et sa teinte varie du blanc au brun. L'aiguillon buccal est beaucoup plus petit que chez le mâle. L'extrémité postérieure se termine en pointe mousse. L'anus est situé ventralement et la vulve se trouve à l'extrémité postérieure. Sa longueur est de 0,8 $^{m}/^{m}$ à 1,3 $^{m}/^{m}$ et sa largeur de 0,5 à 0,9 $^{m}/^{m}$.

Habitat. — L'Heterodera Schachtii se rencon-

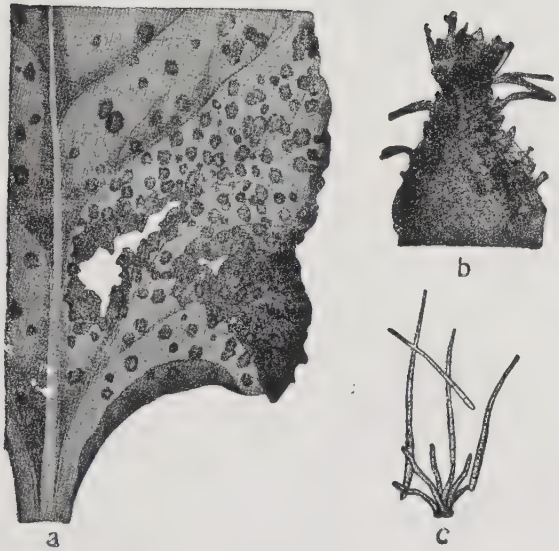
tre surtout sur les radicelles de betteraves mais peut vivre sur de nombreuses plantes potagères : navet, colza, chou, moutarde, radis, fève, pois, etc...

Son parasitisme n'est pas constant, il peut vivre quelque temps en liberté dans le sol.

Evolution : La femelle est ovipare ou vivipare. Les œufs sont ellipsoïdes, à coque épaisse de couleur foncée et mesurent 80 μ de long sur 40 μ de large. L'expulsion par la vulve, des œufs et des embryons a lieu en été. En automne, la femelle subit souvent des modifications très profondes. Le tégument d'abord très mince s'épaissit progressivement. Ses glandes secrètent un mucus abondant qui agglutine les substances organiques et minérales et forme une carapace solide, entourant la femelle, sorte de kyste de 0,6 $^{m}/^{m}$, ovoïde, brunâtre, assurant une puissante protection pour les œufs pendant la mauvaise saison.

Au printemps, sous l'influence des conditions favorables à sa déhiscence, les parois du kyste se ramollissent et après leur rupture, les œufs ou embryons sont libérés. Chaque kyste en contient 300 à 400.

Au sortir de l'œuf, la larve filiforme, mesure 350 μ de long sur 15 μ de diamètre. A ce premier stade, la larve est libre dans le sol humide et ne peut pas résister à la dessication. Après un certain temps, cette larve arrive près des radicelles de betteraves, s'y introduit en perforant la cou-

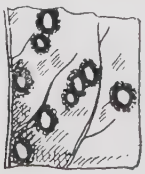


(Fig. 11)

a) Feuille parasitée par le **Cercospora beticola.**
b) Aspect caractéristique du collet de la betterave malade.
c) Mycelium et conidies.

(a D'après Kirchner et Holtshauser ; b et c d'après Duggar).

(Fig. 12)
Conidies de
Cercospora beticola
(D'après Delacroix
et Maublanc).



(Fig. 13)
Feuilles de betteraves
envahies par le
Cercospora beticola
(D'après Delacroix
et Maublanc).

che superficielle de l'écorce avec son aiguillon buccal. Elle effectue une mue arrivant ainsi au deuxième stade larvaire. A cet état, l'extrémité caudale est mousse au lieu d'être effilée et on aperçoit déjà un commencement de différenciation sexuelle. Les transformations ultérieures varient suivant que la larve évolue vers le sexe mâle ou femelle.

La femelle atteint rapidement son complet développement sans passer par un autre stade et elle peut alors être fécondée. En grandissant, elle détruit le parenchyme cortical de la racine et fait saillie à l'extérieur, la tête seule restant fixée dans la radicelle. La racine semble ainsi recouverte de petites masses ovoïdes blanches dont le diamètre n'atteint pas 1 $^{m}/^{m}$.

Le mâle, avant de devenir adulte, passe par un troisième stade appelé *encapsulement*. Il est alors enfermé dans une sorte de capsule provenant du tégument de la deuxième larve. Bientôt, il brise cette enveloppe et, après avoir perforé l'écorce de la racine, il vit en liberté dans le sol où il se met à la recherche des femelles ; il meurt après l'accouplement. Cette évolution complète dure 4 à 5 semaines et dans le cours de l'été il peut y avoir jusqu'à 7 générations. La multiplication de cette anguillule atteint donc des proportions énormes, ce qui rend la lutte très difficile.

Une seule femelle peut donner naissance à 400 embryons ; en supposant que la moitié de ces

embryons donne des mâles et l'autre moitié des femelles, s'il se produit 5 générations successives, ont aura d'après la formule :

$$1 = aq^{n-1}$$

relative aux progressions géométriques :

$200 \times 200^4 = 640.000.000.000$ anguillules.

Anguillulose de la betterave. Vers le milieu du XIX^e^ siècle on remarqua en Allemagne une forte diminution dans le rendement des betteraves sucrières et on chercha la cause de cette *fatigue de la betterave.* LIEBIG crut qu'il s'agissait simplement de l'épuisement du sol et conseilla l'emploi d'engrais potassiques.[e] Ce traitement resta inefficace et ce n'est qu'en 1859 que SCHACHT découvrit la vraie cause de la maladie avec l'*Heterodera Schachtii.*

Depuis cette époque, J. KUHN décrivit l'*anguillulose* de la betterave et étudia les moyens de la combattre. En 1882, SCHRIBAUX la signala pour la première fois en France et l'étude en fut reprise en 1884 par A. GIRARD. Enfin en 1891, cette question fit l'objet d'intéressantes recherches de J. CHATIN.

Les symptômes de la maladie se manifestent au mois de juillet et août, peu de temps après la levée des jeunes plants. Dans un champ de betteraves, certains endroits seulement sont atteints et on constate en ces points que les feuilles jaunissent puis se flétrissent. Ce sont d'abord les

(Fig. 15)

Radicelles de betteraves montrant les femelles enkystées de **Heterodera Schachtii**

feuilles les plus externes qui tombent ; lorsque l'attaque est très forte, la plante entière noircit et meurt. Quand les parasites sont peu nombreux, la végétation reprend et de nouvelles feuilles apparaissent, plus petites que les anciennes. Le pivot de la racine attaquée est peu volumineux et pauvre en sucre. Les radicelles au contraire prennent un grand développement et sont parsemées de petits globules blancs qui ne sont autre chose que les anguillules femelles fécondées.

Les recherches de GIRARD sur la teneur en sucre des betteraves contaminées accusent une notable diminution de leur richesse. A Gonesse, les betteraves nématodées ont donné à l'analyse une teneur en sucre de : 8,29, 7,88, 6,32, 5,98 et même 3,92 %; alors que les betteraves des champs voisins titraient de 12 à 13 %.

A Joinville les expériences de GIRARD ont donné les résultats suivants :

Variétés de betteraves	Teneur en sucre %	
	Milieu d'Août avant l'infestation	Commencement d'octobre maladie déclarée
Betteraves allemandes.	14 à 15	12,52
Betteraves Vilmorin améliorées	14,5	11,5
Betteraves brabant ...	8,18	5,25

L'anguillulose de la betterave, découverte en Allemagne a été observée ensuite en Autriche-Hongrie, en Russie, en Suède, au Danemark, en Hollande et en Belgique où elle a causé de véritables ravages. En France elle a été signalée dans les départements de Seine-et-Oise et du Nord.

Pour la diagnostiquer il faut examiner les radicelles à la loupe ou au microscope afin de découvrir les femelles enkystées.

Traitement : 1° Alternance des cultures. — La pommes de terre et la luzerne se cultivent très bien dans les terrains contaminés par l'anguillule.

2° Méthode des plantes pièges de KUHN. — Il faut choisir une plante facilement attaquée par le nématode. En général, on utilise la navette dont les graines sont bon marché. KUHN conseille de semer la navette vers le milieu d'avril à raison de 38 kgs à l'hectare et d'arracher la plante au moment précis où les larves fixées sur les radicelles sont au stade de l'immobilité. Il ne faut pas attendre que les larves se soient répandues dans le sol. L'époque de choix pour l'arrachage de la plante-piège est à peu près celle de l'apparition de la cinquième feuille, qui se montre de 20 à 30 jours après le semis. Mais comme la rapidité du développement peut varier, il est préférable de faire examiner les radicelles par un spécialiste pour se rendre compte du stade auquel est parvenu le nématode. Comme l'arrachage des plantes demande un certain temps il est bon de ne pas

ensemencer tout le champ à la fois mais par parcelles à différentes époques. Après l'arrachage de la navette on donne deux à trois tours de herse. On réunit les plantes en tas et on les détruit par incinération. Pour débarrasser un champ infesté, un seul semis de plantes-pièges ne suffit pas; il faut renouveler cette opération 4 à 5 fois, si les parasites sont très nombreux, d'où un travail long et très coûteux. D'autre part il faut isoler les champs contaminés des cultures voisines par un fossé de 90 c/m de profondeur sur 50 c/m de largeur au fond duquel on répand un lit de chaux vive, qu'il est nécessaire de renouveler après chaque pluie abondante.

3° On a préconisé également des injections de sulfure de carbone à la dose de 200 à 300 grs par mètre carré ou des pulvérisations de chaux vive à raison de 30 à 40 quintaux à l'hectare.

Prophylaxie : Pour éviter la propagation de la maladie il faut détruire toutes les mauvaises herbes qui se trouvent autour des champs de betteraves : nielles, ravenelles, sauges, chénopodes, etc... et stériliser par la chaux vive les résidus terreux apportés dans les sucreries avec les betteraves.

Heterodera radicicola GREEF.

Cette espèce n'a pas comme la précédente, une préférence marquée pour la betterave, car elle

s'attaque aux racines de très nombreuses plantes cultivées : vigne, trèfle, sainfoin, luzerne, fève, lin, tabac, pomme de terre, chou, moutarde, avoine, blé.

Description : Le mâle est allongé, cylindrique, strié transversalement, pourvu d'un aiguillon buccal très long. Il mesure environ 1,5 $^{m}/^{m}$ de long sur 0,45 $^{m}/^{m}$ de large.

La femelle a la forme d'une poire ou d'une petite bouteille striée transversalement. Lorsqu'elle est fécondée elle se loge dans une galle, formée aux dépens des tissus de la plante hospitalière. Elle mesure environ 1 $^{m}/^{m}$ de long sur 0,5 $^{m}/^{m}$ de large.

Evolution : Les œufs à cuticule mince mais très résistante, se développent dans le corps de la femelle et s'y transforment en embryons. Ceux-ci dont l'extrémité postérieure est terminée en pointe, ne deviennent généralement libres qu'après la mort de la femelle et la décomposition du kyste qui l'entoure. Les larves livres, vivent plus ou moins longtemps dans la terre et si elles rencontrent la racine d'une plante appropriée, elles s'attaquent à la partie jeune de cette racine et pénètrent jusqu'en son milieu. La larve y grandit, s'élargit, devient cylindrique, avec l'extrémité antérieure atténuée et la postérieure brusquement effilée. Les mâles et les femelles commencent à se différencier après cette époque.

Après la fécondation, les œufs se développent rapidement dans le corps de la femelle tandis que les autres organes s'atrophient. Quand les œufs sont mûrs la femelle dépérit et il n'en reste qu'une cuticule entourant les œufs, qui sont très nombreux.

Quant au mâle, dès qu'il est sorti de sa cuticule larvaire, il se met à la recherche de la femelle et meurt aussitôt après l'accouplement.

La durée totale du développement de l'*Heterodera radicicola* est de 6 semaines environ.

Anguillulose de la racine. — Cette affection est très répandue dans presque tous les pays du monde. Elle a été étudiée pour la première fois en 1855 par Berkeley qui en démontra la nature parasitaire. Cette étude a été reprise, en 1872 par Greef. Muller en 1883, décrivit l'*anguillule* au point de vue zoologique et en 1885 Frank étudia ce nématode au point de vue biologique. Enfin en 1898, Stone et Smith en ont donné une monographie très complète.

L'état morbide de la maladie se caractérise par un retard de la croissance de la plante. Les jeunes pousses périssent quelquefois. Les feuilles jaunissent tandis que la racine présente une croissance exagérée. Ce qui différencie les lésions dues à *Heterodera radicicola* de celles causées par *Heterodera Schachtii* c'est que les femelles fécondées au lieu de faire hernie à la surface de la racine, déterminent sur celle-ci de petits renflements, à

l'intérieur desquels elles sont logées. Ces renflements sont formés aux dépens des tissus de la racine par l'irritation due à la présence des nématodes parasites et peuvent être considérés pour cette raison comme de véritables galles dont la grosseur varie de celle d'un grain de chanvre à celle d'un pois et même d'une noisette.

Les anguillules agissent sur la plante hospitalière de 3 façons différentes : 1° Elles enlèvent aux betteraves une partie du suc nécessaire à leur alimentation.

2° Elles forment des galles qui entravent la nourriture normale de la plante.

3° Elles produisent des blessures qui servent de porte d'entrée à des parasites secondaires.

Cependant, dans les pays chauds comme l'Algérie, Vuillemin et Legrain ont attiré l'attention sur des rapports réciproques fort intéressants, entre l'*anguillule* de la racine et la betterave. En effet, autour des nématodes parasites, une partie de la masse vasculaire du bois se transforme en poche à parois épaisses remplie de liquide. Ces réserves d'eau permettent à la betterave de se développer facilement pendant la saison sèche (Comptes Rendus de l'Ac. Sc. Paris, tome CXVIII, p. 549).

Traitement: la méthode des plantes-pièges dont nous avons déjà parlé peut être employée ici. Kuhn recommande d'utiliser dans ce but, *Bras-*

sica rapa rapifera, et FRANCK donne la préférence au trèfle ou à la laitue.

Parmi les traitements chimiques, on a préconisé les injections de sulfure de carbone. L'emploi de solutions ammoniacales ou de sulfate de potassium tue les anguillules en liberté dans le sol, mais n'a aucune action sur celles déjà enkystées.

Dorylaimus condamni VANHA

Ce *nématode* beaucoup plus grand que l'*Heterodera* peut dépasser 1 $^{c}/_{m}$. La tête est parfois inerme, mais la bouche porte le plus souvent 6 lèvres et 1 aiguillon creux très puissant. L'œsophage est dépourvu de bulbe. Le mâle possède 2 spicules et la femelle 1 ovaire double.

Les femelles fécondées ne grossissent pas, car elles pondent leurs œufs au fur et à mesure de leur formation. Ces vers vivent en liberté dans le sol et passent d'une racine à une autre en perçant les radicelles de leur aiguillon pour se nourrir de leur sève.

Les dégâts causés par le *Dorylaimus* peuvent être très importants. TARNANI décrit une grave épiphytie causée par ce *Dorylaimus* en 1898, sur les betteraves sucrières de Russie.

Leur mobilité et leur résistance ont rendu infructueux tous les essais de destruction.

II. — ARACHNIDES

Les arachnides sont des *Arthropodes* à respiration aérienne. Leur corps est généralement formé de 2 parties : le *céphalothorax* et l'*abdomen*. Ils ont 4 paires de pattes mais ne possèdent pas d'antennes. Les pièces buccales comprennent les chélicères ou mandibules et les pattes-mâchoires.

Un seul ordre nous intéresse au point de vue parasitologie de la betterave, c'est celui des *Acariens*.

ACARIENS

Le corps des *Acariens* est globuleux. L'abdomen ramassé, est soudé au céphalothorax et non segmenté. La bouche est armée d'un rostre. Ils possèdent 4 paires de pattes à l'état adulte. Les sexes sont séparés. Ces *Arachnides* subissent des métamorphoses. Après une mue, elles deviennent nymphes octopodes. Celles-ci ne diffèrent des adultes que par l'absence des organes sexuels qui apparaissent à la suite d'une dernière mue.

Les *Acariens astigmates* ont le corps ramassé, les téguments mous, présentent des pattes à épimères et sont dépourvus de trachées. Un seul de

ceux-ci est parasite de la betterave, il appartient au genre *Histiostoma*.

Histiostoma feronarium Duf.

Syn.: Tyroglyphus rostroserratus Meguin

Cet acarien possède des mandibules présentant des dentelures analogues à celles d'une scie. Il porte sur la partie dorsale de son abdomen des bourrelets velus.

D'après Bubak (Oest. Ungar. Zeitschr. für Zuckerindustrie u. Landwirtschaftl. Band XXX, 1901, p. 227), il s'attaque aux racines de la betterave sucrière; mais il est considéré par d'autres auteurs comme un simple saprophyte. Il détermine la formation de grosseurs à la partie supérieure des racines ; celles-ci varient de la taille d'une noisette à celle d'une tête d'enfant. Elles sont de couleur sombre et reliées à la racine par un lien étroit. Elles sont par suite très faciles à enlever.

III. — MYRIAPODES

Les Myriapodes ont le corps composé de segments hétéronomes, c'est-à-dire de structure différente portant des membres articulés ; ils sont pourvus d'un squelette externe chitineux.

Nous citerons ici trois espèces reconnues comme parasites de la betterave.

Polydesmus complanatus LINNÉ

Ce mille-pattes mesure 2 $^{c}/^{m}$ 40. Il possède 20 anneaux présentant des élargissements lamelleux sur les côtés d'où l'aspect d'un gros cachet. Son dos est plat et corné; sa couleur est gris-ardoise. Ses pattes sont au nombre de 31 paires.

Il ronge les feuilles de plusieurs jeunes plantes, dont la betterave.

Julus terrestris LINNÉ

La longueur de ce myriapode est de 37 $^{m}/^{m}$. Son corps de couleur brune est finement strié. Il possède 2 raies dorsales jaune fauve. Ses antennes sont courtes; de même que ses pattes, au nombre de 90 paires.

Il creuse des galeries dans la région du collet des betteraves et ronge les jeunes pousses, ce qui entraîne la mort des racines.

Geophilus longicornis LEACH.

Il ne possède qu'une seule paire de pattes par anneau.

Il perfore les racines et les tubercules de différentes plantes et s'attaque quelquefois à la betterave.

IV. — INSECTES

Les insectes sont des arthropodes à respiration trachéenne. Leur corps comprend : une tête, un thorax et un abdomen parfaitement distincts. Ils possèdent une paire d'antennes, 3 paires de pattes et le plus souvent des ailes. La plupart subissent des métamorphoses.

1. DIPTÈRES

Les diptères sont des insectes à petite tête ronde et mobile, portant 2 gros yeux à facettes; leur thorax est bombé et les 3 segments, prothorax, mesothorax et metathorax sont soudés. Les pièces buccales sont disposées pour piquer ou sucer ou simplement pour sucer. Les ailes sont portées par le mésothorax et sont au nombre d'une seule paire. Elles sont membraneuses et munies de nervures. Les ailes postérieures sont remplacées par des balanciers, organes sensoriels, chargés de rétablir l'équilibre pendant le vol. Les tarses des pattes se terminent par des pelotes adhésives couvertes d'organes glandulaires à poils glutineux grâce auxquels la mouche peut se prome-

ner dans toutes les positions sur les surfaces les plus lisses et sans s'occuper des lois de la pesanteur.

Les diptères sont divisés en trois classes : les *Aphaniptères,* les *Brachycères* et les *Nématocères.* Seuls les brachycères nous fournissent des parasites de la betterave.

BRACHYCÈRES

Ce sont des Diptères à corps ramassé, à antennes courtes et trapues, à ailes larges. Les larves vivent habituellement sur des milieux solides.

Pegomyia hyoscyami PANZ.

Syn. : Pegomyia	*atriplicis*	GOUR.
»	*betae*	CURTIS
»	*chenopodii*	RONDANI
»	*conformis*	FALL.
»	*dissimilipes*	ZETT.
»	*spinaciae*	HOLMGR.
»	*vicina*	LINTN.

Cette mouche, appelée vulgairement *mouche de la betterave* est de couleur gris-cendrée. Les yeux sont rouges, les plapes fauves à extrémité noire, les antennes ont 2 articles fauves et le troisième noir. Les pattes sont rougeâtres avec tarses noirs; les ailes, transparentes dépassent l'abdomen au repos et, lorsqu'elles sont étendues ont

1 $^{c}/_{m}$ d'envergure. L'abdomen d'un gris-rougeâtre possède une ligne de taches plus foncées. La coloration de cet insecte varie d'ailleurs suivant la plante qui l'héberge; c'est pourquoi on a décrit tant d'espèces distinctes. Sa longueur totale est de 5 à 6 $^{m}/_{m}$.

(Fig. 16)
Pegomyia hyosciami × 5

La larve, blanchâtre, est conique, de consistance molle et dépourvue de pattes. Elle peut atteindre 9 $^{m}/_{m}$ de long. Elle vit en parasite sur les feuilles de plusieurs Chénopodiacées comme l'épinard, l'arroche, l'anserine et toutes les variétés de bettes, entre autres les betteraves cultivées.

Les insectes adultes se montrent, suivant les climats, d'avril au milieu de juin. Après l'accouplement, les femelles pondent des œufs blancs et brillants sur la face inférieure des feuilles de betteraves. Au bout de 5 à 8 jours, l'éclosion a lieu et les jeunes larves pénètrent dans l'épaisseur des

feuilles en y creusant des galeries. Au bout de 2 à 3 semaines, les larves se transforment en pupes, soit dans les feuilles mêmes, soit dans la terre ; de ces pupes sortent des mouches adultes. Dans les pays tempérés, il y a deux et même trois générations par an. Dans les régions plus chaudes il peut y avoir jusqu'à 7 et même 8 générations. Les pupes de la dernière génération passent l'hiver dans le sol, puis se transforment au printemps en insectes adultes.

L'affection causée par les larves de *Pegomyia hyoscyami* ou *Myase de la betterave* sévit dans toute l'Europe et en Amérique. Elle a anéanti des champs entiers de betteraves pendant l'année 1929.

Ce sont les larves de la première génération qui causent le plus de ravages, car elles se développent sur de jeunes plantes, qui n'ont encore que quelques feuilles ; ces feuilles, présentent des parties transparentes tranchant nettement sur les parties vertes voisines, perdent bientôt toute consistance et meurent. Les larves de la seconde génération attaquent des feuilles beaucoup plus développées et par conséquent plus résistantes ; malgré les nombreuses galeries que s'y creusent les parasites, celles-ci ne meurent pas. Mais les racines sont arrêtées dans leur développement et leur teneur en sucre diminue.

Comme traitement contre cette myase on a recommandé des pulvérisations avec une émulsion

de pétrole. Les 2 formules indiquées par P. Marchal contre la tenthrède de la rave peuvent être employées ici avec succès, ce sont les suivantes:

1°	Savon noir :	400 grammes
	Pétrole :	1.000 grammes
	Eau :	1.500 grammes
2°	Carbonate de soude :	1 kg.
	Savon noir :	2 kg.
	Pétrole :	3 litres
	Eau :	100 litres

Le service phytopathologique de Wageningen propose une méthode allemande qui aurait pour but de faire disparaître les mouches avant qu'elles ne pondent. Voici ce procédé : On mélange des balles d'avoine avec un peu de fumier frais de cheval. On imprègne d'une solution aqueuse à 4 % de fluorosilicate de sodium et à 2,5 % de sucre. On répartit ce mélange sur le champ en petit tas de 2 kilogrammes chacun environ ; on fait 100 à 150 tas par hectare.

Comme mesure prophylactique, on peut dans les champs légèrement attaqués, enlever et détruire les plantes malades à l'époque du démariage. Si l'infestation est plus considérable, il faut au moment de la récolte ramasser les feuilles et les brûler. Enfin, si l'invasion est sérieuse il faut alterner les cultures.

D'après Lecaillon, la larve de *Pegomyia*

hyoscyami favoriserait l'envahissement des feuilles de betteraves par le bacille de la jaunisse.

Pegomyia nigritarsis Zett.

Cette mouche ressemble beaucoup à *Pegomyia hyoscyami;* elle s'en distingue cependant par la couleur noire de ses pattes et la coloration rouge orangée de son abdomen.

La larve est parasite de la betterave.

Anthomyia conformis Fall.

Cette mouche mesure 6 $^{m}/^{m}$ de long. Ses yeux sont rouges et ses pattes de couleur jaune.

La femelle, dont l'abdomen est terminé en pointe, possède un corps jaune, un thorax gris bleu et une tête argentée.

L'abdomen du mâle est rayé uniformément, son corps est plus élancé et sa tête est gris-jaunâtre.

La larve, d'un blanc jaunâtre, sans pattes ni tête distinctes mesurent 9 $^{m}/^{m}$ de long.

Elle creuse dans les feuilles de betteraves de longues galeries en se nourrissant du parenchyme. Ces galeries forment des taches assez grosses de couleur brune; elles peuvent amener la mort de la feuille.

Anthomyia nigritarsis ZETT.

Cette espèce possède des pattes jaune-rougeâtre, à tarses noirs. Les ailes sont jaune pâle ; les antennes noires, le premier et le deuxième article étant jaune rougeâtre. La mouche adulte, dont la tête est blanche mesure 5,5 $^{m}/^{m}$ à 6,5 $^{m}/^{m}$ de longueur.

La larve d'abord vert clair, devient jaune ; sa longueur est de 5 à 6 $^{m}/^{m}$. Comme la précédente, elle creuse des galeries dans les feuilles de betteraves.

Hylemyia coarctata FALL.

Cette mouche est d'un gris-jaunâtre. Le thorax porte des ailes jaunes et des pattes noires, sauf les tibias chez les mâles, ainsi que les fémurs et les tibias chez la femelle qui ont une coloration rouge orangée. Le style de l'antenne est garni jusqu'à son extrémité de soies longues et serrées. L'abdomen est mince, la longueur totale est de 7 $^{m}/^{m}$. Celle de la larve, de couleur jaune, est de 6 $^{m}/^{m}$.

Cette mouche habite l'Europe septentrionale et centrale. P. MARCHAL a signalé sa présence dans le nord de la France où elle a causé de véritables dégâts.

Les larves sont parasites de diverses plantes cultivées, entre autres la betterave.

La biologie de cet insecte est peu connue. Au printemps on constate la présence des larves qui mangent les jeunes plantes. Ces larves se transforment à la fin d'avril en pupes, qui vivent dans le sol, à 10 $^{c}/^{m}$ environ de profondeur. Les adultes apparaissent, du milieu de mai au milieu du mois de juin, mais on ne sait pas exactement où les mouches de 2^{e} génération effectuent leur ponte. On retrouve toutefois en automne, une troisième génération d'adultes qui pond sur les semailles d'hiver. Aussi pour éviter cette infestation on recommande dans les pays contaminés de ne faire que très tard les semailles d'hiver.

Muscina stabulans FALL.

Syn.: Cyrtoneura Stabulans Meigen

L'insecte adulte est de couleur grise et mesure de 7 à 10 $^{m}/^{m}$ de longueur. La larve de 8 à 11 $^{m}/^{m}$ de long est jaunâtre et brillante. Cette mouche se rencontre en été dans divers endroits : les habitations, les écuries, ou les champs et se nourrit de champignons et d'autres végétaux. Elle pond, soit sur des plantes vivantes ou mortes, soit même dans des larves d'insectes.

Sa larve s'attaque à la pomme de terre et à la betterave causant ainsi dans les cultures d'assez forts dommages.

Aricia betae HOLMGR.

Cette mouche appelée *mouche noire de la betterave,* mesure 6 à 8 $^{m}/^{m}$ de longueur. Elle est de couleur gris noir. Ses ailes sont transparentes, ses pattes entièrement noires.

La larve creuse des galeries allongées dans les feuilles de betteraves; il peut en résulter de grands dégâts.

La présence de ce diptère a été signalée surtout en Suède.

2. HÉMIPTÈRES

Les *Hémiptères* ou *Rhynchotes* sont des insectes d'aspects trop différents pour qu'il soit possible d'en donner une description d'ensemble; toutefois un certain nombre de caractères communs, notamment la disposition des pièces buccales permettent de les grouper dans un même ordre.

Les pièces buccales sont conformées pour piquer et sucer. Elles sont représentées par un rostre constitué par le *labium* ou lèvre inférieure, articulée, formant une gaine, fermée en dessus et à la base par un *labrum* ou lèvre supérieure triangulaire. A l'intérieur de cette gaine se trouvent 4 stylets qui sont les *mandibules* et les *mâchoires*. Au repos, le rostre est généralement replié sous le thorax. Les ailes sont au nombre de 2 paires, parfois elles manquent complètement. Les méta-

morphoses sont incomplètes. Les larves ressemblent beaucoup aux insectes adultes.

On divise l'ordre des *Hémiptères* en 3 groupes: les *Aptères* qui ne sont pas parasites, les *Homoptères* et les *Hétéroptères*.

a) HOMOPTÈRES

Les *Homoptères* possèdent en général 4 ailes semblables et membraneuses. Le rostre nait à la partie inférieure de la tête. Les femelles sont ordinairement pourvues d'une tarière ou oviscapte à l'aide duquel elles entaillent les végétaux pour y déposer leurs œufs; elles sont souvent aptères.

Seuls quelques pucerons causent des dégâts dans les champs de betteraves.

Aphis evonymi

C'est un puceron noir qui, en 1911, a causé de graves dommages aux cultures betteravières du Nord de la France.

Il a été étudié par le Professeur MALAQUIN et MOITIE. Ses antennes sont implantées directement sur le front; elles sont glabres et le 6e article est surmonté d'un filament long et grêle.

Pendant l'automne, l'hiver et le début du printemps, ce puceron se cantonne sur un arbuste ligneux, le *Fusain d'Europe*. C'est là que les femelles pondent leurs œufs.

La lutte contre cet *Aphis* est donc tout indiquée. Il faut détruire les œufs qui donneront les insectes susceptibles de dévaster les cultures en été et en les détruisant on arrivera à supprimer la plus grande partie des pucerons de la betterave. Si les betteraves sont atteintes, on fera des pulvérisations avec une émulsion de pétrole.

Aphis vitis Scop.

Ce parasite de la vigne est de couleur verte avec la partie dorsale brune et les antennes ponctuées de brun.

On le rencontre quelquefois sur la betterave.

Aphis papaveris Fabr.

De coloration générale noire, ce puceron mesure 1,7 $^{m}/^{m}$ à 2,2 $^{m}/^{m}$ de longueur. Il se rencontre sur le chou-rave, la carotte, le pois, la vesce et la betterave.

Son invasion fait recroqueviller les feuilles et empêche par suite le développement des racines.

Pour le détruire, le meilleur moyen est l'emploi d'une solution nicotinée de savon noir :

Jus de tabac :	2 kgs.
Savon noir :	2 kgs.
Eau :	100 litres.

Aphis rumicis LINNÉ

La femelle, aptère, mesure 1,5 $^{m}/^{m}$ à 2,3 $^{m}/^{m}$ de longueur. Elle est de couleur noire et détermine la formation de petites galles sur les feuilles de betteraves.

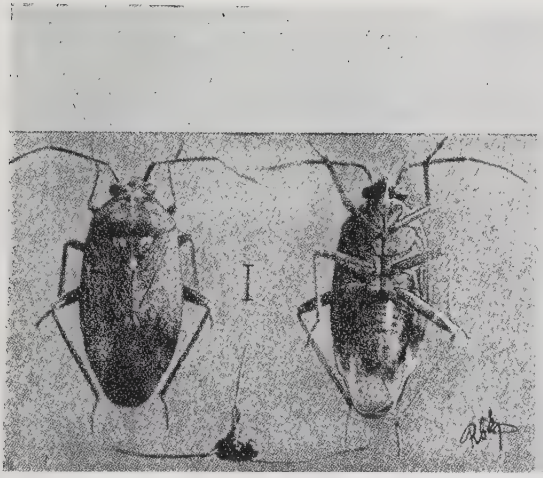
b) HÉTÉROPTÈRES

Les *Hétéroptères* sont des Hémiptères dont les deux paires d'ailes sont dissemblables. Les ailes de la première paire sont coriaces et chitineuses dans la région antérieure et membraneuses dans la région postérieure. Les ailes de la deuxième paire sont entièrement membraneuses. Le rostre est inséré sur le front.

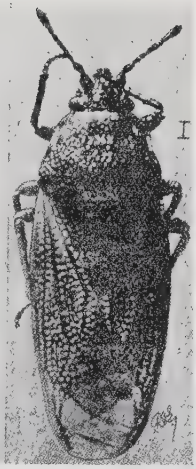
Lygus Campestris LINNÉ

Cet insecte s'attaque aux fleurs de la betterave, à la fin de l'été ou au commencement de l'automne. Les fleurs, de ce fait restent accolées, fermées, deviennent jaunâtres puis tombent.

Il appartient au groupe des *Capsidées*. Ces punaises sont différentes des autres insectes par l'odeur spéciale, désagréable, qu'elles dégagent lorsqu'on les écrase. Les métamorphoses sont incomplètes, car des œufs, sortent des insectes semblables — au moins d'après la forme — à



(Fig. 17). — **Lygus campestris**



(Fig. 18)
Piesma capitata

l'insecte parfait. Il leur manque seulement, à ce stade, la seconde paire d'ailes. Ces ailes sont membraneuses et apparaissent après plusieurs mues successives. En outre, le stade de la pupe n'existe pas.

Le *lygus campestris* est verdâtre. Le corselet est jaunâtre, possède 2 bandes longitudinales brun- noirâtres, allant de la base jusqu'au milieu. Le mésothorax est de couleur foncée. La tête est lisse, les yeux sont grands et plus larges que longs. La première paire d'ailes est fine, fortement ponctuée et poilue. La grandeur de l'insecte est de 3 à 6 $^{m}/^{m}$.

Piesma quadrata

Cette punaise a causé de grands dégâts en Allemagne sur la betterave à sucre.

Au printemps, quand les semis ont germé, elle les attaque. Elle circule sur la face inférieure des feuilles et pique les tissus.

L'accouplement débute en avril. La ponte a lieu de 3 à 6 jours plus tard, sur les feuilles non attaquées. Les larves sont aussi nuisibles que les insectes adultes.

La *Piesma quadrata* arrête le développement des plantes qu'elle attaque. Il y a donc diminution de la récolte et de la teneur en sucre.

On reconnaît sa présence par les taches claires

des feuilles dues aux piqûres de la punaise. Les feuilles sont alors pendantes. Après 3 semaines apparaissent les accidents secondaires dûs à un virus injecté par le parasite : c'est la *frisure des feuilles*.

La destruction de cette punaise nécessite des pulvérisations à l'aide d'une émulsion de pétrole. Avant les semis de betteraves on peut semer autour du champ des plantes-pièges (Chénopodiacées) qui germeront les premières et seront envahies par les parasites. Puis on laboure ces terrains et on les herse, enfouissant ainsi les adultes, les larves et les œufs.

Piesma capitata Wolf.

Cette espèce se rencontre souvent sur la renoncule et a été signalée dans les cultures betteravières allemandes.

Elle est de couleur grise ou gris-jaunâtre. Sur la partie antérieure du corselet, on voit 2 bandes longitudinales en relief avec 2 pointes sombres sur les côtés. De ces pointes part un sillon rattaché au bord des côtés du corselet. Les élytres ainsi que le corselet possèdent de petites cavités punctiformes. La tête, courte, est habituellement noire avec un front protubérant; les antennes sont jaunes et courtes; leur premier article est très développé, le second est plus court, le 3e est plus long que les précédents, et le dernier est en forme de

massue. Cette punaise mesure 2,8 à 3 $^{m}/^{m}$ de long.

Elle passe l'hiver dans des endroits couverts et peut être facilement ramassée au printemps à l'aide de plantes-pièges

Elle dépose ses œufs, de coloration jaune, à la face inférieure des feuilles. Au bout d'un mois, les jeunes punaises sont capables de se reproduire.

3. LEPIDOPTÈRES

Les *Lépidoptères* appelés vulgairement *papillons*, forment un groupe très homogène. Les pièces buccales disposées pour la succion sont formées d'une longue trompe enroulée en spirale. Cette trompe est constituée par les 2 mâchoires très allongées et accolées l'une à l'autre; à leur base se trouvent 2 petits tubercules représentant les palpes maxillaires. Il existe en outre un labrum ou lèvre supérieure et un labium ou lèvre inférieure, portant 2 longs palpes latéraux, ce sont les palpes labiaux.

Les ailes au nombre de 4, sont grandes, membraneuses, le plus souvent de couleur très vive.

Les métamorphoses sont complètes. Les larves, connues sous le nom de *chenilles*, possèdent des pièces buccales destinées à broyer; la lèvre inférieure présente de plus un mamelon percé d'un orifice appelé *filière*, par où passe la soie secrétée par la larve. Le corps de celle-ci est formé de 12 anneaux dont les 3 premiers portent chacun

une paire de petites pattes. Il existe en outre sur d'autres anneaux des fausses pattes ou pattes membraneuses.

Les *nymphes* appelées *chrysalides*, à cause de leur coloration métallique et brillante, sont souvent renfermées dans un cocon soyeux.

Deux groupes de lépidoptères, nous intéressent ici : les *Microlépidoptères* et les *Hétérocères*.

a) MICROLÉPIDOPTÈRES

Ce sont de petits papillons à longues antennes sétiformes et à palpes maxillaires bien développés.

Les chenilles ont généralement 16 pattes et il existe une couronne de petits crochets aux pattes abdominales.

La betterave n'échappe pas aux invasions de ces petits papillons dont les chenilles creusent des galeries dans les feuilles.

Lita ocellatella Boyd.

Ce parasite ou *teigne de la betterave* dont les ailes antérieures gris-jaunâtres possèdent 12 nervures, a des ailes postérieures de couleur d'un gris-blanc, se terminant en pointe.

La chenille, vert clair, mesure 10 à 12 $^{m}/^{m}$ de longueur.

Cette teigne habite la région méditerranéenne,

le Sud de l'Angleterre et la France où elle a causé en 1906 d'importants ravages (GIARD, C.R. ac. des Sc. Tome CXLIII, Paris 1906, p. 458 et 627).

Les chenilles s'attaquent non seulement aux feuilles de betteraves mais encore aux racines. Dans les régions septentrionales il peut y avoir 2 ou 3 générations, mais celles-ci peuvent aller jusque 5 dans les régions méridionales.

Comme traitement nous citerons les binages répétés, la culture de plantes-pièges et l'allumage de feux dans les champs pour attirer et brûler les papillons.

Lita atriplicella F. R.

Cette teigne se comporte comme la précédente à l'égard de la betterave.

Phlyctaenodes sticticalis LINNÉ

C'est un papillon à ailes antérieures triangulaires, brunes avec taches plus foncées. La 8e et la 10e nervure sont confluentes, la 11e est très oblique. Les ailes postérieures sont larges et courtes.

La chenille gris-vert mesure 2 c/m de long et vit sur diverses céréales et sur la betterave.

Cet insecte est très prolifique mais il a beaucoup d'ennemis naturels parmi les *Tachinidés* et lse *Ichneumonidés*.

Hulstea undulatella CL.

La chenille de cette espèce s'attaque aux betteraves de l'Amérique du Nord au début du printemps. On ne la signale pas en Europe.

b) HÉTÉROCÈRES

Les Hétérocères sont des papillons nocturnes ou crépusculaires généralement lourds, dont les ailes au repos sont placées à plat ou en forme de toit; les ailes postérieures sont rattachées aux antérieures au moyen d'un frein. Les antennes ne sont pas renflées en massue à leur extrémité. Les chenilles, munies de 5 à 8 paires de pattes sont tantôt nues, tantôt velues et les chrysalides sont presque toujours enfermées dans un cocon. Les espèces ci-dessous ont été signalées sur la betterave.

Plusia gamma LINNÉ

Syn. Autographa gamma

La *noctuelle gamma* est un papillon très commun de couleur grise. Ses palpes sont longs et munis de poils. Ses pattes sont velues. Chaque aile antérieure porte une petite tache blanchâtre en forme des lettres grecques γ ou λ. L'envergure est de 4 $^{c}/_{m}$. C'est une des rares noctuelles qui volent pendant le jour, au printemps ou en été.

Elle est très répandue en Europe et en Asie et

a été observée dans l'Amérique du Nord. Elle s'attaque à l'état larvaire à un grand nombre de plantes, entre autres à la betterave.

La femelle dépose ses œufs, de couleur vert pâle, à la face inférieure des feuilles. L'éclosion a lieu après 15 jours. La chenille est verte avec 6 lignes dorsales, longitudinales, blanchâtres et deux bandes latérales jaunes. Elle mesure 3 $^{c/m}$ de longueur. Ses pattes postérieures sont avortées. Ayant atteint son complet développement, la chenille se transforme en chrysalide et 15 jours après en papillon; de sorte qu'il peut y avoir 2 ou 3 générations dans la saison.

Ce lépidoptère hiverne à tous ses stades.

Il a 2 ennemis naturels qui sont : *Tachyna micans* et *Phryxe vulgaris*.

La chenille peut causer de sérieux dégâts et doit être détruite comme la noctuelle des moissons.

Plusia simplex GN.

Syn. : Autographa simplex

Cette espèce ressemble à la précédente et sa chenille peut également s'attaquer à la betterave.

Caradrina exigua HUBNER

Syn. : Laphygma flavimaculata Harr.

Ce papillon a des ailes antérieures gris-jaunâtres, ponctuées, avec nervures claires et des ailes

postérieures blanches avec nervures plus foncées. Ces dernières sont tronquées à l'arrière.

La chenille est gris noir avec bandes dorsales noires. Sa tête est verdâtre.

Cette espèce est cosmopolite et s'attaque à la betterave en Amérique, en Afrique et dans l'Inde. Il peut y avoir plusieurs générations annuelles, les dernières étant décimées par divers ennemis naturels appartenant aux *Tachinidés* et aux *Ichneumonidés*.

Les pulvérisations aux bouillies arsenicales, peuvent être utilisées pour détruire ce parasite.

Mamestra oleracea LINNÉ

Syn.: Hadena oleracea

Cette noctuelle est appelée vulgairement *potagère* car elle est très répandue dans les potagers. Elle a 2 °/m de long et 4 °/m d'envergure. Sa trompe est longue et cornée. Les femelles n'ont pas d'oviscapte saillant. Les ailes supérieures sont gris rougeâtre, avec taches médianes cerclées de blanc. Près du bord extérieur, on voit une ligne sinueuse blanche figurant un M ou un W.

Les femelles déposent leurs œufs sur les feuilles de betteraves. Les chenilles qui en sortent sont vertes avec 3 raies blanches et 2 raies jaunes. Sur chaque anneau apparaissent des points blancs et noirs.

Agrotis segetum SCHIFF.

Syn. : Euxoa segetum Hubner

Ce papillon appelé *noctuelle des moissons* est entièrement brun. Il mesure 2 c/m de longueur et d'envergure. Les ailes antérieures sont brun-jaunâtres et les postérieures sont blanches avec nervures plus ou moins foncées. Cette noctuelle apparaît au milieu de mai et vole toujours la nuit jusqu'à la fin de l'été. Elle habite l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Elle se nourrit aux dépens d'un grand nombre de plantes.

(FIG. 19)

Agrotis segetum
Papillon et chenille
grandeur naturelle
(D'après SCHILLING).

Les chenilles qui restent cachées dans le sol pendant le jour, s'attaquent pendant la nuit à de nombreux végétaux dont la betterave. La ponte se fait en été, sur le collet des betteraves. L'éclosion a lieu 15 jours après. La chenille appelée vulgairement *ver gris* est jaune verdâtre avec 2 lignes longitudinales jaunes et 4 points noirs sur chaque anneau; elle peut atteindre 5 $^{c/m}$ de longueur. Elle reste cachée dans le sol pendant la journée et exerce ses dégâts la nuit. Elle dévore d'abord les jeunes feuilles tendres du collet ainsi que les racines, puis elle ronge la base des feuilles plus développées de sorte que celles-ci se détachent et qu'au bout de quelques jours la récolte est anéantie. En 1865 par exemple, la récolte a été tout à fait compromise par le ver gris dans le département du Nord.

Les chenilles hivernent dans le sol et recommencent leurs attaques au printemps suivant. En mai, elles se transforment en chrysalides puis en papillons.

Les moyens de destruction proposés sont nombreux :

1° Semer les betteraves très tôt pour que les plantes soient assez résistantes au moment de l'éclosion des chenilles.

2° Ramener les chenilles à la surface par des binages, les ramasser et les détruire.

3° Arroser le pied des plantes avec un insecticide approprié.

Papaglosi propose la solution suivante :

Nitrobenzol :	50 parties
Acide sulfurique :	50 »
Eau :	900 »

4° Détruire le papillon par *agrotisage*. C'est-à-dire du 15 juillet au 15 août, par des nuits obscures et douces, on allume dans les champs, des feux où viennent se brûler les papillons.

5° On place dans les champs quelques barils défoncés à l'un de leurs bouts, dont on a enduit l'intérieur avec de la mélasse et au fond desquels on dispose une lanterne. Les papillons attirés par la lumière ne peuvent plus se dégager des parois du fût.

Agrotis exclamationis Linné

Syn. : Feltia exclamationis

La noctuelle *point d'exclamation* est une espèce européenne également redoutable pour les cultures betteravières.

Sa chenille est grisâtre, avec une ligne dorsale pâle et 2 raies foncées sur les bords. Elle mesure 16 à 19 $^{m}/^{m}$ de longueur.

Spilosoma lubricipeda Esp.

Le corps de cet insecte est court et épais ; les poils du dos et de l'abdomen sont disposés par touffes. Les 2 paires d'ailes présentent un même

système de coloration.

La chenille est jaunâtre et vit sur le chou-rave, la vigne et la betterave.

4. THYSANOPTÈRES

Les *Thysanoptères* ont des pièces buccales disposées pour la succion ; les mandibules ont la forme de soies; les ailes ont l'aspect de lanières ciliées et les nervures sont en petit nombre.

Ce groupe ne renferme qu'un parasite de la betterave.

Thrips tabaci LINDEMANN

Syn.: Thrips communis Uzel

Cet insecte dont la tête est plus large que longue ne mesure que 1 $^{m}/^{m}$ de longueur. Sa larve est verte. Il est très commun en Europe et dans l'Amérique du Nord.

Il s'attaque à de nombreuses plantes cultivées, en particulier au tabac et à la betterave.

Les ennemis naturels de ce Thrips sont une coccinellide *Megilla maculata* et une larve de *Syrphus*.

5. COLÉOPTÈRES

Les Coléoptères sont des insectes à téguments coriaces dont les ailes sont complètement cachées

au repos par des étuis cornés appelés: *élytres*. Le prothorax, libre et très développé est désigné sous le nom de *corselet*. Les pièces buccales sont disposées pour broyer. La bouche est limitée en haut, par un *labrum* ou lèvre supérieure et en bas par un *labium* ou lèvre inférieure qui porte des *palpes labiaux;* latéralement se trouvent de fortes mandibules et des mâchoires portant des *palpes maxillaires*. Les ailes sont au nombre de 4, mais celles de la première paire sont transformées en élytres. Celles-ci recouvrent les ailes postérieures qui sont membraneuses et servent seules au vol.

Les métamorphoses sont complètes ; les larves ont une tête distincte avec un appareil buccal broyeur. Elles ont généralement 3 paires de pattes thoraciques et souvent de fausses pattes abdominales; parfois elles sont apodes et vermiformes.

Plusieurs groupes doivent être étudiés ici, ce sont : les *Tetramères*, les *Hétéromères* et les *Pentamères*.

a) TÉTRAMÈRES

Ce sont des coléoptères à antennes de formes variables et dont les tarses de toutes les pattes sont formés de quatre articles.

Ce groupe renferme de nombreux parasites de la betterave.

Chaetocnema tibialis ILLIG.

Chez cet insecte le thorax est régulièrement ponctué, le 2e anneau de l'abdomen est fusionné avec le premier. Les ailes sont ponctuées et lignées. Il mesure 1,5 à 2 m/m de longueur. Sa coloration est brune.

Il anéantit en France et en Hongrie les jeunes semailles de betteraves.

Cleonus sulcirostris LINNÉ

Syn.: Cleonus piger Scop.

Le *Cleonus à rostre silloné* a le corps allongé et étroit, noir, avec des ponctuations serrées. Il mesure 1,5 à 2 c/m de longueur.

L'insecte adulte apparaît au printemps et la femelle pond dans le sol à la fin de mai. Les larves qui sortent de ces œufs sont rhizophages et ne se transforment en insecte parfait qu'à la fin de l'automne.

Le Coléoptère ronge à l'état adulte les feuilles de la betterave et se nourrit à l'état larvaire des racines de la même plante.

MORAWEK recommande pour se débarrasser de ces insectes de répandre en fines pulvérisations une solution aqueuse à 5 % de chlorure de baryum ou des bouillies arsenicales.

Cleonus ucraeniensis GAWR.

Ce charançon est noir, à rostre long et cylindrique. Il mesure 15 m/m de longueur. Il vit également sur la betterave.

Conorrhynchus mendicus GYLL.

Syn.: Cleonus mendicus

Cet insecte a causé de graves dégâts dans l'Hérault aux betteraves cultivées en sol argileux. Les adultes dévorent les feuilles; les larves s'attaquent aux racines.

Cleonus punctiventris GERM.

Syn.: Bothynoderes punctiventris Germ.

Cette espèce est noire et mesure 15 m/m de longueur. C'est l'ennemi le plus dangereux de la betterave en Europe Orientale; aussi sa destruction est-elle obligatoire en Hongrie.

L'insecte adulte dont le ventre est ponctué hiverne dans le sol et se nourrit au printemps des jeunes feuilles de betteraves; la femelle pond ses œufs dans le sol à la fin de mai. Les œufs de coloration blanche ont 13-14 m/m de longueur sur 1 m/m de largeur. Il en sort fin juin des larves qui dévorent les racines jusqu'à 60 c/m de profondeur. La larve se transforme en nymphe au milieu de juil-

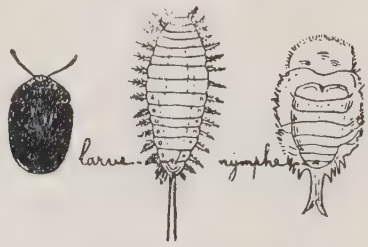
let et l'insecte parfait apparaît en octobre mais il reste dans le sol jusqu'au printemps suivant.

Les moyens de destruction sont les mêmes que ceux recommandés pour *Cleonus sulcirostris*.

On peut également creuser dans le champ de petits trous de 3 à 5 $^{c}/_{m}$ de diamètre; les insectes cherchent toujours à s'abriter du soleil et pénètrent dans ces cavités où on peut facilement les tuer à l'aide d'un bâton.

Cassida nebulosa LINNÉ

La *Casside nébuleuse* est ovale; sa tête est cachée sous le corselet et le corps est abrité latéralement par des expansions du corselet et des élytres qui le recouvrent comme une carapace.



(FIG. 20)
Cassida nebulosa
Adulte × 2. Larve et nymphe × 3
(D'après BROCCHI).

Les antennes ont 11 articles. Les yeux sont ovales et leur longueur est presque double de leur largeur. L'insecte parfait mesure de 5 à 10 $^{m}/_{m}$ de longueur et de 3 à 5 $^{m}/_{m}$ de largeur. Il apparaît

au printemps et, après l'accouplement, la femelle pond sur la face supérieure des feuilles de betteraves. Les larves sont vertes avec 2 raies longitudinales blanches; elles portent latéralement des prolongements denticulés et postérieurement 2 soies en forme de fourche.

Ces larves qui atteignent 1 $^{c}/^{m}$ de long dévorent tout le parenchyme des feuilles de betteraves puis se transforment en nymphes et en insectes parfaits. Ils peuvent donner 2 générations par an.

Pour détruire la casside on fait des pulvérisations de boullies arsenicales et on arrache des champs contaminés le chénopode blanc ou arroche pour qui la casside nébuleuse a une préférence marquée.

Haltica oleracea LINNÉ

L'*altise potagère* est allongée, ovale et un peu bombée ; elle est d'un vert bleuâtre brillant et mesure de 4 à 5 $^{m}/^{m}$ de long sur 2 $^{m}/^{m}$ de large. La larve, longue de 6 $^{m}/^{m}$ et large de 2 $^{m}/^{m}$, est noirâtre.

Elle dévore les feuilles et les fleurs de la betterave et peut causer des dommages assez importants.

Lixus ascanii LINNÉ

Ce coléoptère dont le corps et les élytres sont allongés habite la Russie où il s'attaque à la betterave.

Molytes coronatus GOEZE

Syn.: Liparus coronatus

Cet insecte, d'un noir brillant avec taches jaunâtres mesure 10 à 14 $^{m}/^{m}$ de long. La femelle pond dans le sol en mai et après leur éclosion, les larves pénètrent à la partie inférieure des racines de betteraves qu'elles rongent en se creusant des galeries.

On le rencontre surtout en France et en Russie.

Otiorrhynchus raucus FABR.

Cette espèce, noire, avec les antennes et les pattes de couleur plus claire, mesure 6,8 $^{m}/^{m}$ de longueur et se rencontre surtout en France et en Allemagne sur les jeunes feuilles de divers arbres fruitiers et sur les jeunes rameaux de vigne.

On l'a signalé sur la betterave.

Phyllotreta nemorum LINNÉ

Syn.: Haltica nemorum

L'*Altise des bois* est noire avec des reflets verdâtres et présente une bande longitudinale jaune au milieu de chaque élytre. Elle mesure 3 $^{m}/^{m}$ de long sur 1 $^{m}/^{m}$ de large.

Ce parasite est surtout nuisible par temps sec

et chaud et s'attaque dès le mois de mars aux jeunes feuilles des betteraves.

Psylliodes chrysocephala LINNÉ

Syn.: Haltica chysocephala

L'*Altise du colza* est bleu noirâtre, avec la tête et les pattes jaunes rougeâtres; les élytres sont striées. Elle mesure 4 $^{m}/^{m}$ de long sur 2 $^{m}/^{m}$ de large et s'attaque à diverses crucifères ainsi qu'à la betterave.

Systena frontalis FABR.

Cet insecte est polyphage mais peut devenir accidentellement redoutable pour les cultures de vignes et de betteraves.

Tamymecus palliatus FABR.

Ce coléoptère est très redouté en Hongrie et en Russie méridionale où il produit de sérieux dégâts en détruisant les jeunes feuilles de betteraves.

Il se distingue par ses antennes à 12 articles dont 4 pour la massue; le premier de ces articles ou *scape* est allongé et dépasse le bord postérieur des yeux.

b) HÉTÉROMÈRES

Les Hétéromères sont des coléoptères à antennes formées de 11 articles. Les tarses possèdent 4 articles aux pattes postérieures et 5 articles aux deux paires antérieures.

Pedinus femoralis LINNÉ

Cet insecte est entièrement noir et mesure 8 m/m de long. Ses mandibules sont courtes, échancrées au côté interne; les mâchoires sont formés de deux lobes ciliés.

Il est nuisible aux cultures de betteraves en Hongrie.

Cysteodemus vitatus LEC.

Syn.: Megetra vitatus

Ce coléoptère possède des mandibules très robustes et des mâchoires inermes; les tarses sont terminés par des crochets bifides et l'abdomen, mou, est formé de 5 à 7 segments. Les élytres sont plus courtes que l'abdomen.

Il ravage les champs de betteraves dans l'Arizona et les Etats voisins.

c) PENTAMÈRES

Les Pentamères sont des coléoptères à antennes de forme variable. Les tarses de toutes les pattes

sont formés de 5 articles. Ils sont carnassiers ou phytophages.

Thanatophilus rugosus LINNÉ

L'insecte parfait est noir et mesure 9 à 12 $^{m}/^{m}$. La larve également noire est polyphage; elle attaque un grand nombre de plantes, dont la betterave.

Pour se préserver des attaques du *Thanatophilus rugosus* on peut détruire les adultes au moyen d'appats-pièges tels que des pots vernissés contenant de la viande corrompue et enfoncés dans le sol.

Contre les larves on peut utiliser des insecticides comme les bouillies arsenicales ou des émulsions de pétrole. Enfin les semis précoces sont toujours à conseiller; les pantes déjà vigoureuses résistant mieux à l'attaque des larves.

Silpha reticulata FABR.

Syn.: Blitophaga undata Mull.

Cet insecte ovoïde, noir terne, mesure 11 à 15 $^{m}/^{m}$ de longueur. Ses antennes sont terminées en massue. Les mandibules sont robustes et puissantes. La face supérieure du corps est élargie en forme de bouclier. Les jambes sont finement épineuses au dehors. La larve noire a une longueur de 15 $^{m}/^{m}$ et se nourrit aux dépens des céréales et de la betterave.

Silpha opaca LINNÉ

Syn.: Blitophaga opaca Linné

Le *Silphe opaque* est d'une couleur brun noirâtre; le corselet a l'aspect d'un bouclier et les antennes se terminent par un petit renflement en forme de massue. Il mesure 1 c/m de long sur 6 m/m de large.

La larve est noire avec une paire d'antennes rouges et ressemble à un gros cloporte car son corps est élargi de la tête au milieu puis se rétrécit. Elle comprend 12 segments et mesure 8,5 m/m à 11 m/m. Elle est très vorace et très agile et s'attaque aux jeunes betteraves dont elle ronge les feuilles. Au mois de juin, elle s'enfonce dans le sol et s'y transforme en un insecte parfait peu nuisible.

Les pieds de betteraves parasités meurent rapidement. Pour détruire l'invasion il faut recourir aux pulvérisations arsenicales ou cupriques. Les larves meurent après avoir mangé les feuilles empoisonnées tandis que les betteraves ne souffrent pas du traitement.

Silpha obscura LINNÉ

Ce coléoptère est noir et mesure de 13 à 17 m/m de longueur. La larve d'un jaune brun a une longueur de 18 à 20 m/m.

Elle ronge les jeunes feuilles de betteraves et détermine la mort rapide des pieds parasités.

Silpha atrata LINNÉ

Syn.: Phosphuga atrata Linné

Cet insecte de forme ovale est noir. Il mesure 11,5 $^{m}/^{m}$ de long et il s'attaque à l'état larvaire aux jeunes pousses de betteraves.

Silpha tyrolensis var. nigrita CREUTZ.

La larve de ce parasite est ovale, noire et mesure de 12 à 14 $^{m}/^{m}$. Elle s'attaque également aux jeunes pousses de betteraves.

Lethrus apterus LAXM.

Le *Lèthre aptère* est noir, ovale, de 17 à 24 $^{m}/^{m}$ de longueur. Son corps est globuleux, court et sa tête volumineuse. Ses élytres sont courtes. Il possède de puissantes mandibules et dévore les jeunes pousses de betteraves surtout en Russie.

Melolontha vulgaris FABR.

Le *hanneton commun* n'est nuisible que par sa larve ou ver blanc qui est polyphage et peut s'attaquer à la betterave.

Agriotes lineatus LINNÉ

Syn.: Agriotes segetis Bjerk

Le *taupin noir* ou brun avec antennes et tarses rougeâtres mesure 8,5 à 9 $^{m}/^{m}$ de longueur. Il est répandu un peu partout et a la faculté de bondir quand on le place sur le dos en même temps qu'il produit un petit bruit sec qui lui a valu le nom de *maréchal*.

Les larves seules sont nuisibles et s'attaquent aux jeunes plantes. Elles sont jaunâtres, luisantes, et peuvent atteindre jusqu'à 2 $^{c}/^{m}$ de long. Elles sont très dures, aussi les appelle-t-on *ver fil de fer*. La durée de leur existence est de plusieurs années, jusqu'à 5 ans; elles passent l'hiver engourdies assez profondément dans le sol et dès le printemps se mettent à ronger les radicelles de nombreuses plantes cultivées.

Pour détruire cet insecte on peut ramasser les adultes ou combattre les larves au moyen du sulfure de carbone.

Atomaria linearis STEPH.

Ce petit coléoptère, de couleur roussâtre ou brunâtre est allongé et linéaire. Ses élytres sont finement ponctuées et ses antennes renflées en massue à l'extrémité. Il mesure 1,5 $^{m}/^{m}$ de long.

L'adulte s'attaque à la betterave et détruit la racine jeune; il dévore également les feuilles et poursuit ses ravages depuis la fin de mai jusqu'au commencement de juillet.

Les insecticides employés contre les silphes peuvent être utilisés.

Meligethes aeneus Fabr.

Cet insecte, vert bronzé est ovoïde. Il ne mesure que 2 $^{m}/^{m}$ de longueur. Sa tête est petite et recouverte en partie par le corselet qui est large. Ses antennes sont terminées en massues et ses élytres sont tronquées postérieurement. Il s'attaque aux fleurs de la betterave.

Les femelles pondent sur les fleurs au début de juin et l'éclosion des larves a lieu au bout de 15 jours. Celles-ci mesurent de 3 à 4 $^{m}/^{m}$ de long, dévorent les fleurs puis s'enfoncent dans la terre où elles se transforment en nymphes.

Pour détruire ce parasite le meilleur moyen est de faire la chasse aux adultes de bon matin.

Omaseus madidus Fabr.

Syn.: Pterostichus madidus.

Ce *carabe* ravage les champs de betteraves particulièrement en Angleterre.

Son corps est ovale et convexe. Il possède 2 pal-

pes maxillaires et des mandibules puissantes. Les jambes antérieures sont terminées par deux épines. Les larves sont caractérisées par une très grande agilité.

Omaseus vulgaris LINNÉ

Syn.: Pterostichus vulgaris

Ce genre qui diffère peu du précédent est également nuisible aux cultures de la betterave.

Pseudophonus pubescens MULL.

Syn.: Harpalus ruficornis Fabr.

Ce coléoptère phytophage a causé parfois de sérieux dégâts dans les champs de betteraves.

Sa tête est retrécie en arrière; les articles des tarses antérieurs des mâles sont dilatés et présentent des squamules en-dessous. Le dernier article des palpes est fusiforme, presque tronqué.

Chapitre VI

Vue d'ensemble sur les divers traitements à apporter aux Maladies des Plantes

---

Les traitements préventifs et combattifs des affections des plantes exigent une connaissance approfondie du parasite en même temps que du produit employé comme remède. Le succès dépend du choix judicieux du médicament utilisé et de la façon dont il est appliqué.

Les maladies cryptogamiques réclament un traitement chimique. Les produits utilisés doivent satisfaire à certaines conditions essentielles qui sont les suivantes :

1° *Détruire le parasite ou arrêter son évolution.*

2° *Etre plus toxique pour le parasite que pour son hôte.*

3° *Conserver leur puissance toxique pendant un certain temps et bien adhérer sur les divers organes de la plante.*

4° *Entrer en contact intime avec les parasites ou leurs éléments de propagation.*

La plupart des produits chimiques employés dans la lutte contre les agents pathogènes des maladies des plantes exercent une *action chimique* sur leur substance vitale. Les plus actifs sont généralement ceux qui forment avec elle des dérivés inertes, qui précipitent les albumines ou modifient le plasma tels le sublimé, le formol, les sels de cuivre, les phénols. Ils arrêtent ainsi temporairement ou définitivement l'évolution des parasites ou de leurs éléments de propagation.

Quand il s'agit de bactéries on observe plus facilement les phénomènes d'intoxication. On remarque que leur évolution et leur reproduction sont arrêtées par la formation d'une couche inerte autour d'elles. Il suffit parfois d'un lavage prolongé de ces bactéries avec une solution appropriée pour enlever la carapace immobilisant leur activité et pour les rendre à la vie normale.

Les substances chimiques ne détruisent pas toujours les parasites, souvent elles ne font qu'entraver leur évolution habituelle.

L'agent thérapeutique est d'autant plus actif qu'il est plus capable d'insolubiliser les albumines ou de modifier les substances constitutives des cellules.

D'autres produits chimiques toxiques agissent sur les parasites par leurs *propriétés dissolvantes* des matières organiques ; ce sont les alcalis caus-

tiques, les savons alcalins en solution aqueuse ou alcoolique et certains acides.

D'autres encore, agissent surtout par leur *action deshydratante* exercée sur le milieu ou vit le parasite. En effet, tout agent pathogène vivant dans un milieu aqueux ne peut s'y développer que si la quantité d'eau que celui-ci contient ne descend pas au-dessous d'un certain minimum. Si on arrive à déshydrater en partie le milieu, la vie du parasite devient impossible.

Une autre catégorie de produits chimiques procède par *asphyxie* en obstruant les voies respiratoires; ce sont les produits pulvérulents et les corps gras.

Connaissant l'action des différentes classes de produits chimiques sur les parasites, il y a lieu de les appliquer avec discernement et avec certaines précautions.

Il faudra choisir un moment de l'année ou l'activité cellulaire de la plante est ralentie afin d'éviter de lui être nuisible tout en attaquant le parasite. De nombreux produits ont été préconisés, soit en solution, soit en pulvérisation. Nous ne citerons ici que les plus importants dont l'action insecticide ou fongicide donne des résultats certains : les produits cupriques, sulfurés, certaines huiles empyreumatiques, les solutions de nicotine et les solutions savonneuses.

En général, au point de vue cryptogamique ce sont les sels de cuivre qui donnent les meilleurs

résultats et sont les plus employés sous forme de bouillie bordelaise ou d'eau céleste.

Quant aux parasites animaux, les traitements diffèrent avec chaque espèce et nous les avons cités à la suite de l'étude de chacun d'eux.

On emploie à cet effet soit des *moyens mécaniques :* ramassage, abris-pièges, pièges alimentaires; soit des *agents physiques :* feux, échaudage, pièges lumineux, soit encore des *agents chimiques* en pulvérisation.

Chapitre VII

Tableaux récapitulatifs des divers Parasites de la Betterave

Pour faciliter les recherches du lecteur nous avons établi dans ce chapitre un tableau récapitulatif des différents parasites de la betterave. Nous les avons répartis en quatre groupes correspondant aux organes attaqués de la plante.

1° **LES RACINES SONT ATTAQUÉES PAR :**

A. **BACTÉRIES.**

Bacterium mori Boyer et Lambert
Bacterium scabiegenum Faber
Bacillus bussei Migula
Bacillus betae Migula
Bacillus oleracea Harrison

B. **CHAMPIGNONS.**

Urophlyctis leproides Trabut
Urophlyctis pulposa Wall.
Rosellinia necatrix Hartig.
Thielavia basicola Zopf.

Sclerotinia libertiana Fuckel
Botrytis cinerea Persoon.
Typhula variabilis Riess.
Typhula betae Rostr.
Fusarium betae Saccardo
Rhizoctonia violacea Tulasne
Rhizoctonia crocorum Persoon.
Actinomyces tumuli Millard et Beeley
Oospora cretacea Krug.
Oospora rosella Krug.
Oospora intermedia Krug.
Oospora toenax Krug.
Oospora nigrificans Krug.
Oospora violacea Gasp.

C. **ANIMAUX.**

l'annélide : **Enchytroeus Buchholzi Vejd.**
l'anguillule : **Tylenchus arenarius Neal.**
l'anguillule : **Heterodera Schachtii Schmidt.**
l'anguillule : **Heterodera radicicola Greef.**
l'anguillule : **Dorylaimus condamni Vanha.**
l'acarien : **Histiostoma feranarium Duf.**
(syn. Tyroglyphus rostroserratus Meigen).
le myriapode : **Julus terrestris Linné**
le myriapode : **Geophilus longicornis Leach.**
la chenille : **Lita ocellatella Boyd.**
la chenille : **Lita atriplicella Fr.**
la larve : **Cleonus sulcirostris Linné**
la larve : **Cleonus ucraeniensis Gawr.**
la larve : **Cleonus punctiventris Germ.**
la larve : **Conorrhychus mendicus Gyll.**
(syn. Cleonus mendicus).

la larve : **Molytes coronatus Goeze**
(syn. Liparus coronatus).
la larve : **Melolontha vulgaris Fabr.**
la larve : **Agriotes lineatus Linné**
l'insecte : **Atomaria linearis Steph.**

2° **LES JEUNES POUSSES SONT PARASITÉES PAR :**

A. **CHAMPIGNONS.**

Rheosporangium aphanidermatus Edg.
Pythium de Baryanum Hesse

B. **ANIMAUX :**

la larve : **Hylemyia coarctata Fall.**

3° **LES FEUILLES SONT ATTAQUÉES PAR :**

A. **CHAMPIGNONS.**

Peronospora Schachtii Fuckel
Mycosphaerella tabifica Pr. et Del.
Pleospora putrefaciens Fuckel
Erysiphe polygoni D. C.
Uromyces betae Persoon
Ramularia betae Rostrup.
Cercospora beticola Saccardo
Ascochyta beticola Pr. et Del.
Phylosticta betae Undem.
Septoria betae Westd.

B. **ANIMAUX :**

le myriapode : **Polydesmus complanatus Linné**
la larve : **Pegomyia hyosciami Panz.**
(syn. P. atriplicis Gour, ; P. betea Curtis ; P. chenopodii Rondani , P. conformis Fall. ; P. dissimilipes Zett.; P. spinaciae Hollmgr.; P. vicina Lintn.).
la larve : **Pegomyia nigritarsis Zett.**
la larve : **Anthomyia conformis Meiz.**
la larve : **Anthomyia nigritarsis Zett.**
la larve : **Muscina stabulans Fall.**
(syn. Cystoneura stabulans Meigen).
la larve : **Aricia betae Holmgr.**
le puceron : **Aphis evonymi**
le puceron : **Aphis vitis Scop.**
le puceron : **Aphis papaveris Fabr.**
le puceron : **Aphis rumicis Linné**
la punaise : **Piesma quadrata**
la punaise : **Piesma capitata Wolf.**
la chenille : **Lita ocellatella Boyd.**
la chenille : **Lita atriplicella F. R.**
la chenille : **Phlyctaenodes sticticalis Linné**
la chenille : **Hulstea undulatella Cl.**
la chenille : **Plusia gamma Linné**
(syn. Autographa gamma).
la chenille : **Plusia simplex Gn.**
(syn. Autographa simplex).
la chenille : **Caradrina exigua Hubner**
(syn. Laphygma flavimaculata Harr.).
la chenille : **Mamestra oleracea Linné**
(syn. Hadena oleracea).

la chenille : **Agrotis segetum Schiff.**
(syn. Euxoa segetum Hubner).
la chenille : **Agrotis exclamationis Linné**
(syn. Feldia exclamationis).
la chenille : **Spilosoma lubricipeda Linné**
l'insecte : **Thrips tabaci Lindeman**
(syn. Thrips communis Uzel).
l'insecte : **Chaetocnema tibialis Ill.**
le coléoptère : **Cleonus sulcirostris Linné**
(syn. Cleonus piger Scop).
le coléoptère : **Cleonus ucraeniensis Gawr.**
le coléoptère : **Conorrhynchus mendicus Gyll.**
(syn. Cleonus mendicus).
le coléoptère : **Cleonus punctiventris Germ.**
la larve : **Cassida nebulosa Linné**
la larve : **Haltica oleracea Linné**
le coléoptère : **Lixus ascami Linné**
le coléoptère : **Otiorhynchus raucus Fabr.**
le coléoptère : **Phyllotreta nemorum Linné**
(syn. Haltica nemorum).
le coléoptère : **Psylliodes chrysocephala Linné**
(syn. Haltica chrysocephala).
le coléoptère : **Systena frontalis Fabr.**
le coléoptère : **Tanymecus palliatus Fabr.**
le coléoptère : **Pedinus femoralis Linné**
le coléoptère : **Cysteodemus vittatus Lec.**
(syn. Megetra vittatus).
la larve : **Silpha reticulata Fabr.**
(syn. Blitophaga undata Mull.).
la larve : **Silpha opaca Linné**
(Blitophaga opaca Linné).
la larve : **Silpha obscura Linné**
la larve : **Silpha atrata Linné**
(syn. Phosphuga atrata Linné).
la larve : **Silpha tyrolensis v. nigrita Creutz**

l'insecte : **Lethrus apterus Laxm.**
la larve : **Melolontha vulgaris Fabr.**
l'insecte : **Atomaria linearis Steph.**
l'insecte : **Omaseus madidus Fabr.**
(syn. Pterostichus madidus).
l'insecte : **Omaseus vulgaris Linné**
(syn. Pterostichus vulgaris).
l'insecte : **Pseudophonus pubescens Mull.**
(syn. Harpalus ruficornis Fabr.).
la larve : **Tanatophilus rugosus Linné**

4° LES FLEURS SONT ATTAQUÉES PAR :

A. ANIMAUX.

l'insecte : **Ligus sampestris Linné**
la larve : **Haltica oleracea Linné**
la larve : **Meligethes aeneus Fabr.**

5° LES PLANTES ENTIÈRES SONT ATTAQUÉES PAR .

BACTÉRIES.

Bacterium tumefaciens Smith et Townsend
Bacterium beticolum Smith
Bacillus tabificans Delacroix

Conclusions

En résumé, l'étude de la bibliographie de la betterave nous a montré combien il était difficile de produire un travail réellement nouveau. Mais nous avons pensé faire œuvre utile en réunissant et coordonnant tous les documents nécessaires à l'étude des parasites de la betterave. Cette monographie était utile à notre avis, pour la bonne mise au point de cette question.

Après une étude sommaire du développement de la phytopathologie et un historique de la betterave, nous avons donné un aperçu de l'importance de sa culture. Dans une première partie de notre travail, nous avons exposé les affections bactériennes et les maladies à virus. Dans la seconde partie, nous avons étudié les mycoses de la betterave. Dans la troisième, nous traitons les affections dues aux parasites animaux et les lésions qu'ils peuvent causer à la plante. Enfin, dans une vue d'ensemble, formant la dernière partie de ce travail, nous avons exposé quelques notions générales concernant les divers traitements curatifs des maladies des plantes.

Nous espérons que notre modeste travail rendra des services aux cultivateurs de betteraves et qu'il leur permettra de déceler rapidement l'origine des différentes maladies et de leur appliquer un traitement approprié.

Vu :
Strasbourg, le 4 juillet 1932.
Le Président du Jury,
A. SARTORY.

Vu et approuvé :
Strasbourg, le 5 juillet 1932
Le Doyen de la Faculté de Pharmacie,
F. JADIN.

Vu et permis d'imprimer :
Strasbourg, le 7 juillet 1932
Le Recteur de l'Académie,
Président du Conseil de l'Université,
DRESCH.

BIBLIOGRAPHIE
DES OUVRAGES CONSULTÉS

1. Achard F. — *Anleitung zum Anbau des Zucker-fabrikation anwendbaren Runkelrüben und zur vorteilhaften Gewinnung des Zuckers aus denselben.*
2. Adanson. — *Sur les maladies des plantes.* 1763.
3. D'Arbois de Jubainville. — *Les maladies des plantes cultivées.* 1 vol. Paris 1878.
4. Arnaud. — *La jaunisse de la betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. France. Tome II, 1915, p. 122.
5. Barbier (M^lle^). — *Sur une altération de la betterave causée par un sclerotium.* Bull. Soc. Path. Veg. France. Tome XI, p. 160.
6. Berthault. — *Une maladie des betteraves.* Journal d'Agr. pratique. Tome XXVIII, p. 550, sept. 1915.
7. Blanchon H. — *L'art de détruire les animaux nuisibles.* Paris 1921.
8. Bourcart E. — *Les maladies des plantes, leur traitement raisonné et efficace en agriculture et en horticulture.* Paris 1910.
9. Breda de Haan. — *Meded's Lands Plantentium.* D. 35, 1899.

10. Brenchleey et Warigton. — *The role of the boron in the growth of plants.* Ann. of Bot. Vol. 41, p. 167, 1927.
11. Briem. — *Les moyens les plus usités pour combattre les parasites animaux et végétaux de la betterave à sucre.* Agriculture rationnelle 1897.
12. Brooks. — *Plant diseases.* London 1928.
13. Bulliard P. — *Histoire des champignons de la France.* Paris 1791, p. 81.
14. Busse W. — *Bakteriologische Studien über die Gummosis des Zuckerrüben.* Zeitschr, fur Pfl. Krankh. 1897, p. 65-76.
15. Carsner and Stahl. — *Studiès on Curly-top disease on sugar-beet.* Jour. Agr. Res. Vol. 28, p. 297, 1924.
16. Chatin. — *L'anguillule de la betterave. Bull.* Min. Agr. 1891, p. 457.
17. Crepin. — *Un oidium de la betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. France. Tome IX, p. 118.
18. De Candolle. — *Origine des plantes cultivées.* Paris, 1883.
19. De Candolle. — *Mémoire sur les rhizoctones.* Mém. Mus. d'hist. nat. Tome II, p. 209.
20. Deherain. — *Les plantes de grandes cultures.* Ann. Agr. 1896-1900.
21. Delacroix G. — *Maladies des plantes cultivées.* Paris 1902.
21. Delacroix G. — *Atlas des conférences de pathologie végétale professées à l'Institut National agronomique.* Paris 1901.
23. Delacroix G. — *Jaunisse de la betterave.* Sucrerie indigène et coloniale, n° 22, Tome XII, 1903.

24. Delacroix et Maublanc. — *Maladies parasitaires des plantes cultivées*. Paris 1916.
25. Dubly J. E. — *Botanica gallicum*. Edit. II. Paris 1830, p. 867.
26. Ducomet. — *Pathologie végétale*, Paris 1908.
27. Ducomet. — *La mosaïque de la betterave*. Bull. Soc. Path. Vég. Tome XV, p. 24.
28. Ducomet. — *La cercosporiose de la betterave*. Bull. Soc. Path. Vég. Tome XV, p. 110.
29. Duhamel. — *Explication physiologique d'une maladie qui a fait périr plusieurs plantes dans le Gâtinais et particulièrement le safran*. Mém. Ac. Sc. Paris 1728.
30. Duruz W. P. — *A study of the root-nematode Heterodera radicicola and its control*. Soil Sciences, 1917, p. 481.
31. Erikson J. — *Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*. Leipzig 1913.
32. Erikson J. — *Die Pilzkrankheiten der Kulturgewächse*. Stuttgart, 1926.
33. Erikson J. — *Uromyces betae*. Bull. Soc. Path. Veg. Tome II, p. 77.
34. Erikson J. — *Einige Studien uber den Wurzeltöter (Rhiz. violacea) der Möhre mit besondere Rucksicht auf seine Verbreitungshäfigheit*. Centr. Fur Bakt. u. Parasitenkunde. Vol. X, 1903, p. 721-738.
35. Erikson J. — *Quelques études sur la maladie de la rouille des betteraves*. Rev. gén. Bot. Tome XXV bis, 1914, p. 247.
36. Erikson J. — *Sur la maladie produite par la rhizoctone violacée*. Rev. gén. bot. Tome XXV, 1913, p. 14-30.

37. Fautrey et Lambotte. — *Espèces nouvelles de la Côte-d'Or.* Revue de Myc. 1897, p. 54.
38. Ferraris. — *Traitato di patologia e terapia vegetale.* Milan 1926.
39. Frank. — *Ueber die Biologischen Verhältnisse der die Herz und Trockenfäule der Rüben erzeugenden Pilzes.* Ber. d. Deutsch. Bot. Gesell. Vol. 13, p. 192, 1895.
40. Gaümann. — *Untersuchung über die Herzkrankheit der Runkel und Zuckerrüben.* Beibl. z. Vierteljahrschr. Naturforsch. Ges. Zurich. Vol. 70, 1925.
41. Gibault G. — *Histoire des légumes*, Paris 1912.
42. Girard. — *Sur le développement en France des nématodes de la betterave pendant la campagne de 1884.* C. R. Ac. Sc. Nov. 1884.
43. Girard. — *Développement progressif de la betterave à sucre*, 1887.
44. Griffon et Maublanc. — *Nouvelles recherches sur la pourriture du cœur de la betterave.* Bull. Soc. Myc. France 1909. Tome XXV, p. 98.
45. Grosjean. — *Destruction du silphe opaque.* Bull. Min. Agr. 1888-1896.
46. Guenaux G. — *Entomologie et parasitologie agricoles.* Paris 1922.
47. Guyot. — *La désinfection des graines de la betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XV, p. 125 et 160.
48. Heald. — *Manual of plant diseases.* New-York 1926.
49. Hedgoock et Metcalf. — *Eine durch Bakterien verursachte Zuckerrüben Krankheit.* Zeitschr. f. Pfl. Tome XII, 1902, p. 321.

50. Hitier. — *Plantes industrielles.* Paris 1913.
51. Hollrung M. — *Handbuch der chemischen Mittel gegen Planzenkrankheiten.* Berlin 1898.
52. Jones and East. — *Inbreeding and outbreeding.* Philadelphia 1919.
53. Kaltenbach J. H. — *Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten.* Stuttgart 1874.
54. Kirchner O. — *Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.* Stuttgart 1890.
55. Kirchner O. — 2e édition, 1906.
56. Kramer E. — *Die Bakteriosis der Runkelrübe, eine neue Krankheit derselben.* Oest. Landw. Centralblatt. 1891, p. 30.
57. Kruger. — Zeitschr. fur Rübenzucker Industrie, 1893, p. 90.
58. Kruger. — *Untersuchungen über den Gurtelschorf der Zuckerrüben.* Arb. aus der Diol. Abt. fur Landw. u. Forst. 1905, p. 254.
59. Kruger und Wimmer. — *Uber nichtparasitäre Krankheiten der Zuckerrübe.* Nütt. d. Anhalt. Vers. Stat. Bernburg, 1927, p. 65.
60. Kuhn Julius. — *Die Krankheiten der Kulturgewächse.* Berlin 1858.
61. Lange (Olga de) et Guyot. — *Sur la désinfection des graines de betteraves.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XV, p. 160.
62. Lecaillon. — *Sur la biologie de la mouche de la betterave : Pegomyia hyosciami et sur le rôle que cet insecte peut jouer dans le développement de la jaunisse de la betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome X, p. 337.

63. Lehmann-Neumann. — Manuel de Bactériologie, Paris 1913.

64. Leveille J. H. — *Mémoire sur le genre Sclerotium.* Ann. des Sc. Nat. Bot. Tome XX, Paris 1843, p. 223.

65. Magron. — *Radiations émises par Bacterium tumefaciens.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XIV, p. 245.

66. Magron. — *Bactériologie et anatomie du Crown-Gall.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XIV, p. 45.

67. Malpeaux. — *La betterave à sucre.* Paris 1901.

68. Mangin. — *Sur le développement successif des feuilles pendant la végétation de la betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome III, p. 75.

69. Marchal P. — *Notes sur Baris spoliata.* Bull. Soc. Entom. France, 1897, p. 235.

70. Marchal P. — *Rapport sur la teigne de la betterave et sur les dégâts exercés par cet insecte en 1906.* Bull. Off. Rens. Agr. 1907.

71. Marchal P. — *L'hylemyia coarctata dans le nord de la France.* Bull. Soc. Ent. France, 1909, p. 196.

72. Margraff. — *Expériences chimiques dans le dessein de tirer un véritable sucre des diverses plantes qui croissent dans nos contrées.*

73. Marshall Ward. — *Disease in plants.* New-York 1901.

74. Merle. — *La maladie du cœur de la betterave.* Joigny 1906.

75. Miege. — *Une affection des betteraves dans le Nord.* Vie agricole et rurale, 1915, p. 341.

76. Miege. — *Ennemis et maladies de la betterave observés au Maroc.* Bull. Soc. Path. Vég.

Tome X, p. 338.

77. Molliard. — *Tumeurs présentées par la racine de chou-rave et de betterave.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome VII, p. 17.

78. Munerati O. — *Osservazioni e ricerches sulla barbatietola da zucchero.* Academia dù Lincei, 1920.

79. Neveu-Lemaire. — *Parasitologie des plantes agricoles.* Paris 1913.

80. Olivier de Serres. — *Théâtre de l'agriculture.* Paris 1804, p. 56, 73 et 630.

81. Owens. — *Principles of plant pathology.* Londres 1908.

82. Peglion. — *Le malattie crittogamische delle piante coltivate.* Cascale 1899.

83. Prillieux Ed. — *La pourriture du cœur de la betterave.* Bull. Soc. Myc. Tome VII, p. 15, 1891.

84. Prilleux Ed. — *Maladies des plantes agricoles.* Paris 1895.

85. Prillieux et Delacroix. — *La jaunisse, maladie bactérienne de la betterave.* Comptes rendus Ac. Sc. 1898, p. 338.

86. Proskowetz. — *Rübenkultur und Rübenzüchtung.* Oest. Unger. Zeitschr. fur Zuckerindustrie und Landw. Vienne 1892.

87. Rabenhorst L. — *Deutschlands Kryptogamen Flora.* Leipzig 1844.

88. Rabenhorst L. — *Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweitz.* Leipzig 1837.

89. Rabenhorst L. — *Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweitz.* Leipzig 1896.

90. Rabenhorst L. — *Kryptogamen Flora.* Tome I, Pilze. Leipzig 1892.

91. Rawlins and Johnson. — *Cytological studies of the mosaic disease of tobacco.* Amer. Journ. Bot. Vol XII, p. 19, 1925.

92. Richards and Tompkins. — *Late blight.* Phytopathology. Mars 1931.

93. Rimpau W. — *Das Aufschiessen der Runkelrüben.* Landw. Jahrbücher. Bd. IX. Berlin 1880.

94. Rimpau W. — *Die Inkonstanz der Kreuzungsproduckte von Runkelrüben varietäten.* Landw. Jahrb. Bd. XII. Berlin 1885.

95. Saccardo. — *Sylloge fungorum.*

96. Saillard E. — *La récolte des betteraves en 1915.* Vie agricole et rurale 1915, p. 325.

97. Saillard E. — *Cercospora beticola.* C. R. Ac. Sc. Tome CLXII, p. 47.

98. Saillard E. — *La betterave à sucre et la cercosporiose.* Bull. Soc. Path. Vég., p. 292, tome XV.

99. Saillard E. — *Sucrerie.* 2 vol.

100. Saillard E. — *Composition des betteraves sauvages.* C. R. Ac. Sc. 6 février 1922.

101. Saillard E. — *Les graines de betterave à sucre.* Ann. Agr. Française et étrangère. Juin 1922.

102. Saillard E. — *Betteraves et sucrerie de betteraves.* Encycl. Agr. Ed. Baillières et fils. Paris 1923.

103. Savulescu. — *Essais expérimentaux du traitement par le formol des semences de betteraves à sucre.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XIV, p. 307.

104. Schnidler. — *Ueber die Stamplanze der runkel und Zuckerrüben.* Botan. Centralblatt 1895.

105. Schribaux. — *Les nématodes ou trichines de la betterave.* Journ. Agr. Prat. N° 41, 1882, p. 429.
106. Smith Erwin. — *Bacterial Diseases of Plants.* W. B. Saunders 1920.
107. Smith and Boncquet. — *New ligth on Curly-top of the sugar-beat.* Phytopathology 1915, p. 103.
108. Sommer and Lipmann. — *Evidence on the indispensable nature of zinc and Boron for higher plants.* Plant. Phys. Vol. I, p. 231, 1926.
109. Sorauer P. — *Handbuch der Pflanzenkrankheiten.*
1re édition, Berlin 1874.
2e édition. Berlin 1886.
3e édition. Berlin 1905.
4e édition. Berlin 1921.
5e édition. Berlin 1928.
110. Sorauer P. — *Feldversuche mit Rüben, welche an der Bakteriosen Gummosis leiden.* Zeitschr. fur Pflanzenk. 1897, p. 77-80.
11. Stift. — *Les maladies de la betterave.* 1900.
112. Thumen (von). — *Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten.* Vienne 1886.
113. Tournefort. — *Observations sur les maladies des plantes.* Mém. Ac. Royale des Sc. à Paris, 1705, p. 332.
114. Townsend. — *Some diseases of sugar-beet.* U. S. Dept. Agr. Rept., p. 72.
115. Tulasne L. R. et C. — *Fungi hypogaei.* Paris 1851, p. 188.
116. Vilmorin (A. de). — *La betterave à sucre et le cercospora en Italie.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome XV, p. 228.
117. Vilmorin (A. de). — *L'hérédité chez la betterave cultivée.* Bull. Soc. Path. Vég. Tome X, p. 352.

118. Vilmorin (Jacques Lévèque de). — *L'hérédité chez la betterave cultivée*. Thèse Fac. Sc. de Paris, 1923.

119. Worthington G. Smith. — *Disease of feald and garden crops*. Londres, 1884.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction : *Etude sommaire du développement de la pathologie végétale* 11

Chapitre I. — *Historique de la betterave*.. 17

» II. — *Considérations générales sur l'importance de la culture*

» III. — *Affections bactériennes et maladies à virus* 43

» IV. — *Affections cryptogamiques* . 61

» V. — *Affections parasitaires d'ordre zoologique* 113

» VI. — *Vue d'ensemble sur les divers traitements curatifs* . .. 175

» VII. — *Tableaux récapitulatifs des divers parasites de la betterave* 179

Bibliographie 187

A. Durant, imprimeur
204, rue solférino, Lille